



Universidad de Alcalá de Henares

TESIS DOCTORAL

**SECUENCIACIÓN DE CONTENIDOS. ESPECIFICACIONES
PARA LA SECUENCIACION INSTRUCCIONAL DE OBJETOS
DE APRENDIZAJE**

Autor:

Miguel Zapata Ros

Licenciado en Ciencias Matemáticas

Directores:

Dr. Miguel Ángel Sicilia Urbán

Dr. Salvador Sánchez Alonso

Doctor Ingeniero en Informática

Doctor en Informática

Alcalá de Henares, Diciembre de 2009

Tabla de contenido

Tabla de contenido.....	3
Índice de Tablas.....	7
Índice de Figuras	9
Agradecimientos.....	11
Resumen	13
Capítulo 1. Introducción.....	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Interés, vigencia y pertinencia.....	19
1.2.1. Elearning y estándares de intercambio	19
1.2.2. Contenidos y secuenciación.....	20
1.2.3. Secuenciación y objetos de aprendizaje	22
1.3. Objetivos del trabajo y aportaciones originales.....	26
1.4. Método de trabajo.....	27
1.5. Método de evaluación.....	27
1.6. Estructura del documento y formulación de conclusiones.....	28
Capítulo 2. Estado de la cuestión.....	31
2.1. Antecedentes: La ayuda pedagógica en ordenadores y en redes. Del CAI (Computer Assited Instruction) al Technological Learning Design.....	31
2.1.1. Introducción.....	31
2.1.2. EAO-CAI.....	33
2.1.3. Integración curricular	34
2.1.4. Precedentes de Internet.- La ayuda pedagógica en otras redes y en BBSs....	35
2.1.5. LOGO	36
2.1.6. Web training y LMS.....	38
2.1.7. El futuro: La metacognición.....	40
2.2. Elearning y el diseño instruccional.....	43
2.2.1. Elearning.....	43
2.2.2. Objetos de aprendizaje.....	44
2.2.3. Los objetos de aprendizaje reutilizables.....	45
2.2.4. Diseño instruccional tecnológico (<i>Learnig design</i>).....	47
2.2.5. Antecedentes del diseño instruccional.....	51
2.3. Los patrones de Elearning	53
2.3.1. Patrones y Objetos de Aprendizaje.....	54
2.4. Generative learning objects (GLOs).....	56
2.5. Técnicas clásicas de secuenciación de contenidos de aprendizaje.....	59
2.5.1. Aspectos generales y comunes a las técnicas de secuenciación de contenidos	59
2.5.2. La técnica de análisis de contenidos.....	63
2.5.3. La técnica de analisis de tareas.....	66
2.5.4. La Teoría de la Elaboración.....	69
2.6. Otros paradigmas vigentes sobre secuenciación.....	74
2.6.2. Secuenciación jerarquizada	75
2.6.3. Secuencia de procedimientos.....	76
2.6.4. Secuenciación de elaboración conceptual	77
2.6.5. Secuencia de elaboración teórica.....	77
2.7. Desarrollos existentes sobre secuenciación e implicaciones en especificaciones pedagógicas y metadata	78

2.7.1 Sentido y alcance de los modelos existentes	78
2.7.2 Revisión de las cuatro restantes teorías	81
2.7.3 Modelo LODAS	87
2.7.4 Alcance y limitaciones del Modelo LODAS	92
Capítulo 3. Planteamiento del problema	95
3.1 Introducción	95
3.1.1. Definiciones previas	95
3.1.2. Necesidad y motivación de la tesis	96
3.2 Análisis de limitaciones y déficits en los modelos existentes	98
3.2.1 Complejidad	99
3.2.2 Adaptatividad	100
3.3 Conclusiones de la revisión de las cuatro restantes teorías	102
3.3.1 La Teoría de la Elaboración de Reigeluth (1999a)	102
3.3.2 Modelo de trabajo de síntesis.	103
3.3.3 Teoría del Dominio	104
3.3.4 Modelo de diseño instruccional de cuatro componentes de van Merriënboer	104
3.4 Conclusiones sobre taxonomía de objetos de aprendizaje	107
3.5 Resumen de conclusiones a partir de las teorías analizadas	108
3.6 Características del modelo a elaborar: Modelo Simplificado y Adaptativo de Diseño de Objetos de Aprendizaje y Secuenciación	112
3.6.1 Componentes	112
3.6.2 Resumen del modelo	113
Capítulo 4. Metodología para la construcción del modelo	115
4.1. Definir los fines de la Teoría	116
4.2 Dar identidad a la teoría para que funcione como un todo	116
Capítulo 5. Presentación de la Teoría	123
5.1. Objetivos y valores de SAM	123
5.1.1. Objetivos	123
5.1.2 Valores	124
5.2 Condiciones para la Aplicación de la Teoría	125
5.2.1. Tipo de Contenido	126
5.2.2. El ambiente de aprendizaje	127
5.2.3. Las características del alumno	127
5.2.4. Características del instructor	127
5.2.5. La aplicación de SAM	128
5.3 Elementos de SAM	128
5.3.1 Objetos y competencias	129
5.3.2 Esquemas de relaciones	146
5.3.3 Especificaciones sobre alcance y secuencia	148
5.3.4 Especificaciones sobre agrupaciones de competencias y diseño de objetos	155
5.4 Métodos de SAM	160
5.4.1 Actividades preliminares	161
5.4.2 Sintetizar y analizar contenidos	163
5.4.3 Práctica de Diseño y presentación de Información	166
5.4.4 Selección y/o diseño de Objetos de Aprendizaje	172
5.4.5 Especificaciones para la secuenciación de Objetos de Aprendizaje	173
5.4.6 Resumen	175
Capítulo 6. Resultados de la evaluación formativa	177
6.1. Selección de expertos	178

6.1.1 Expertos en diseño instruccional y en teoría educativa.....	178
6.1.2 Expertos en gestión de recursos y de servicios de formación en red	179
6.2 Resultados de la evaluación.....	181
6.2.1 Solicitud de revisión a expertos en diseño instruccional.....	181
6.2.2 Síntesis de los resultados de la evaluación formativa de expertos en diseño instruccional	182
6.2.2 Solicitud de revisión a expertos en gestión de recursos instruccionales	186
6.3 Resumen de aportaciones de SAM respecto a los modelos existentes.....	194
Capítulo 7. Líneas de trabajo futuro	197
7.1 Líneas procedentes de los trabajos anteriores.....	197
7.2 Líneas derivadas del propio trabajo.....	199
7.2.1 Primera línea. Diseño instruccional con objetos de aprendizaje instruccionales generativos.....	199
7.2.2 Segunda línea. Parametrización generativa	200
7.2.3 Tercera línea. Especificaciones para el ámbito de aplicación de los objetos procedentes del análisis de habilidades complejas	200
7.2.4 Cuarta línea. Especificaciones para la secuenciación de los objetos procedentes del análisis de habilidades complejas (identificación de agrupaciones de casos)	201
7.3 Líneas derivadas de la investigación formativa.....	201
7.3.1 Primera línea. Diferenciación entre secuencias conceptuales y secuencias heurísticas.	201
7.3.2 Segunda línea. Inclusión en el modelo de especificaciones de secuenciación en función de las características de aprendizaje del usuario	202
7.3.3 Tercera línea. Análisis de contenidos atendiendo al contexto situacional ..	203
7.3.4 Cuarta línea. Análisis de contenido atendiendo a la significatividad lógica y psicológica.	203
Referencias	205
ANEXO 1.- Investigación formativa.....	215
Expertos en diseño instruccional	215
Charles Reigeluth	215
Elena Barberá Gregori	216
Expertos en gestión de recursos y de servicios de formación en redes.	218
Wolfram Laaser	218
Mark Bullen.....	220
Begoña Gros	221
Carlos Marcelo	224
ANEXO 2. Correspondencia con David Wiley.....	225
1. Sobre autoría y autenticidad del documento DISERTATION.PDF.....	225
2. Sobre numeración de objetivos e interpretación de texto.....	226

Índice de Tablas

Tabla 2.1. Preguntas sobre los objetos de aprendizaje	80
Tabla 2.2. Taxonomía de objetos de aprendizaje	90
Tabla 5.1. Definición de tipos de aprendizaje de Wiley.....	133
Tabla 5.2. Definición de tipos de objeto de aprendizaje en SAM.....	135
Tabla 5.3. II Fase.- Confección de la secuencia elaborativa.	168
Tabla 5.4. Ejemplo de selección de objeto de aprendizaje.....	172
Tabla 5.5. Descripción de metadatos básicos para un ejemplo.	174

Índice de Figuras

Figura 2.1. Desarrollo y uso de patrones on-line (Jones D. et al.)	56
Figura 2.2. Relación entre reusabilidad y número de parámetros	58
Figura 2.3. Relación entre generatividad y reusabilidad	58
Figura 2.4. Análisis de contenidos. Construcción de jerarquías conceptuales	66
Figura 2.5. Confección de la secuencia elaborativa	72
Figura 5.1. Un ejemplo de objeto de aprendizaje de tipo elemental.	137
Figura 5.2. Un ejemplo de objeto de aprendizaje de tipo elemental.	138
Figura 5.3. Un ejemplo de objeto de aprendizaje de tipo combinación acoplada generativa (metadatos en MERLOT).	140
Figura 5.4. Un ejemplo de objeto de aprendizaje de tipo combinación acoplada	141
Figura 5.5. Segundo ejemplo de objeto de aprendizaje de tipo combinación acoplada	142
Figura 5.6. Ejemplo de objeto de aprendizaje instruccional generativo (metadatos) ...	145
Figura 5.7. Ejemplo de objeto de aprendizaje instruccional generativo	145
Figura 5.8. Ejemplo de esquema de relaciones	147
Figura 5.9. Análisis de componentes para un ejemplo (i)	164
Figura 5.10. Análisis de componentes para un ejemplo (ii)	165
Figura 5.11. Ubicación en el contexto curricular del ejemplo.....	166
Figura 5.12. Ejemplo de integración de objeto de aprendizaje en la secuenciación	173

Agradecimientos

Quiero dar las gracias en primer lugar a las personas queridas que me han servido de estímulo en todo momento para este trabajo: A mis hijos Paloma, Daniel, a José Miguel por sus consejos y a Álvaro particularmente, porque ha estado siempre junto a mí, y se ha visto con frecuencia privado de mi atención. A mis padres Josefina y José. A Cándida por su ánimo y aliento. Así como a todos los que con su amor, paciencia y comprensión me han soportado todo este tiempo.

Hago extensivo mi agradecimiento a mis Directores de Tesis Miguel Ángel Sicilia y Salvador Sánchez, y particularmente al primero que me ha abierto las puertas del mundo de la ingeniería del aprendizaje desde ese otro mundo de la psicología del aprendizaje, de la ayuda pedagógica y del diseño instruccional de donde vengo. Y lo han hecho con ilusión y esperanza.

Mi gratitud va también a todo el comité de tesis por combinar el máximo rigor, inevitable por otro lado, con la diligencia en lecturas y trabajos propios, para concluir sin demora y así favorecer la continuación de las actividades de investigación en las que estamos inmersos.

Por último, dar las gracias especialmente a mis revisores externos por sus incansables lecturas, comentarios y por sus inapreciables observaciones de *feedback*: Charles Reigeluth, Mark Bullen, Begoña Gros, Elena Barberá, Wolfram Laaser, Carlos Marcelo, José Silvio (lamentablemente ausente), Miguel Santamaría y María Ángeles Sánchez-Elvira. Y a las personas e instituciones a ellos vinculados por aportar su saber y su saber hacer acumulado.

Resumen

El problema planteado, y a cuya resolución el presente trabajo supone una contribución parcial, es cómo hacer el análisis de contenidos de aprendizaje para su secuenciación y para la elaboración de especificaciones que vinculen objetos de aprendizaje a los contenidos, así como la organización y la secuenciación de esas especificaciones de tal forma que puedan ser interpretadas y ejecutadas por un programa informático para producir objetos de aprendizaje basados en el diseño instruccional.

Para ello:

1. Se elabora un modelo denominado Modelo Simplificado y Adaptativo de Diseño de Objetos de Aprendizaje y Secuenciación (Simplified and Adaptive Model for the Design of Learning and Sequencing Objects), que abreviamos como SAM.
2. Se aplica a un caso, obteniendo la secuencia de contenidos como aplicación práctica del modelo.
3. Se obtiene un código como aplicación práctica que se evalúa en contextos reales de sistemas de gestión del aprendizaje.
4. Se evalúa el resultado global, obteniendo conclusiones y orientaciones para desarrollos futuros y distintos.

El modelo está basado en las teorías clásicas de secuenciación (Teoría de Análisis de Contenidos y Análisis de la Tarea) pero sobre todo en la teoría clásica de la Elaboración de Reigeluth, y a sus versiones más recientes: The theory's Simplifying Conditions Method (SCM). El esquema en cuanto a metodología valores y métodos lo tomamos de la teoría LODAS de Wiley, pero intentando superar las limitaciones planteadas por él mismo y por Reigeluth en las intervenciones formativas de la teoría. Esta superación la hacemos en base a dos criterios: Simplicidad y adaptatividad. En el caso en que los contenidos entrañen habilidades cognitivas simples utilizaremos las teorías clásicas, en particular la Teoría de la Elaboración, y en el caso que entrañen habilidades complejas utilizaremos los modelos propuestos por Wiley: Teoría de síntesis de Gibbons, teoría del dominio de Bunderson, Newby y Wiley y teoría de las cuatro componentes de Van Merriënboer.

Sintetizadas, estas estrategias incluyen el diseño de un nuevo modelo utilizable en el diseño instruccional que se inicia abordando un dominio de contenidos y termina con las especificaciones de secuenciación (estrategias de instrucción al fin y al cabo) vinculadas a objetos de aprendizaje, que a su vez se ordenan de acuerdo a la investigación sobre la transferencia de competencias desde el entorno de aprendizaje al entorno de la práctica docente.

El modelo propuesto tiene unas características sobre componentes, rasgos, requisitos operativos que buscan la consecución de unos objetivos propios.

SAM se conceptualiza como un esquema doble que consta de:

A. Un conjunto de directrices para:

- El análisis de contenidos, diferenciándolos en elementos de aprendizaje
- La síntesis y organización conjunta en un esquema de relaciones operativas y conceptuales, en ambos casos de los contenidos de aprendizaje de un área de contenido indiferenciada inicialmente (por ejemplo Matemáticas, Psicología, etc.)
- La aplicación de las especificaciones que se derivan de la organización para el alcance y la secuencia de objetos de aprendizaje.

B. Una taxonomía de tipos de objetos de aprendizaje, sobre la que se elaboran orientaciones para el diseño integrado y contextualizado de los diferentes tipos de objetos de aprendizaje.

Sin embargo se entiende que, si bien es necesaria una elaboración conceptual y teórica, ésta ha de ser simplificada para atender las necesidades prácticas que se deriven del diseño instruccional en un nivel que explicita las ideas implícitas existentes y que conecte con las experiencias y problemas sentidos por docentes y diseñadores. En la idea de que cualquier consideración teórica que vaya más allá dará una complejidad innecesaria al modelo, haciéndolo inasumible.

De la idea de simplificación se concluye el primer requisito operativo para la resolución del problema que abordamos, que el nivel de diferenciación y de complejidad del modelo LODAS de Wiley y de las cuatro teorías es innecesario y redundante. Hace difícil y poco atrayente el método y el procedimiento que de él se deriva como para ser utilizado por docentes y por diseñadores instruccionales. Un rasgo del modelo que propondremos es que ha de ser un método simplificado basado en la teoría clásica de la elaboración de Reigeluth que aplicamos en la parte nuclear de la tesis.

El segundo objetivo que nos planteamos para la elaboración conceptual y teórica (modelo), es dotar a los procedimientos y técnicas vinculadas, y en la definición de los distintos tipos objetos de aprendizaje, es dotarlos de adaptatividad, que referida a los elementos computacionales y a sus posibilidades de variación mediante parámetros se llama generatividad.

Se concluye por tanto el segundo requisito operativo para la resolución del problema que planteamos (en la definición de modelo y procedimientos asociados), y que hemos de tener presente: La adaptatividad, o el carácter adaptativo a las diferencias individuales o grupales –como los estilos de aprendizaje, la metacognición, etc. – es la segunda característica que nos hace asumir la Teoría de la Elaboración como fundamento para el modelo planteado.

Estas conclusiones se incluyen para aplicar en: a) los procedimientos de análisis de contenidos; b) los procedimientos de síntesis y organización conjunta en un

esquema de relaciones operativas y conceptuales de los contenidos de aprendizaje de un área de contenido indiferenciada inicialmente (tomada de Matemáticas), y c) la aplicación de las especificaciones que se derivan para el alcance y la secuencia de objetos de aprendizaje.

Igualmente aplicamos los criterios de simplificación y adaptatividad a la taxonomía de tipos de objetos de aprendizaje que hemos elaborado. En cualquier caso asumimos de forma íntegra la Teoría Clásica de la Elaboración y su versión más reciente: The theory's Simplifying Conditions Method (SCM), el modelo Learning Object Design and Sequencing Theory (LODAS) y las cuatro teorías en que se apoya con las innovaciones introducidas.

How can we explain our species' remarkable capacity to disseminate and propagate intellectual discoveries through generations and over time?

David Wood

Capítulo 1. Introducción

En este capítulo se resumen los contenidos de la tesis doctoral. Se introduce el planteamiento del problema, se describe la motivación de la tesis y también se mencionan los aspectos más relevantes de la metodología seguida.

Como información preliminar es conveniente señalar que a veces un mismo término es utilizado con significado distinto en las teorías instruccionales (a las que indistintamente llamaremos teorías educativas) y en las ciencias computacionales. Así sucede por ejemplo en el caso, que ha aparecido en el resumen, de los términos adaptativo, adaptatividad y generativo o generatividad. Cuando esto suceda precisaremos la definición que utilizamos aún a riesgo de ser prolijos. De esta forma adaptativo lo tomaremos como relativo a los modelos de secuenciación tal como lo establecen Reigeluth (2008) y Wiley (2000), que vinculan el ámbito de aplicación (*scope*) de los objetos con la naturaleza de las habilidades a desarrollar y con sus agrupamientos (*skill clusters*) constituyendo estilos según cada individuo o categoría de individuos. Y generativo es el rasgo o capacidad que permite un diseño instruccional (CETL, 2007) ejecutable y articulado para producir una clase de objetos de aprendizaje de este tipo a los que se denomina objetos de aprendizaje generativos. Así pues un diseño generativo articula y hace explícitas las decisiones (normalmente implícitas), en el diseño para el aprendizaje, de los individuos que participan como usuarios (alumnos) y como diseñadores. Para ello, utiliza una forma de representación conceptual tomada y adaptada desde los principios de la lingüística generativa. La segunda forma de articulación es hacer explícitas estas decisiones en un formato o código que puede ser ejecutado por un programa informático para producir objetos de aprendizaje basados en el diseño.

1.1. Planteamiento del problema

La organización y la secuenciación de los contenidos de enseñanza constituyen el punto neurálgico del itinerario que conduce a diseñar los procesos de

aprendizaje (Reigeluth, 1999) (S.E.C.C., 1989) (Zapata, 2004).

Recordemos que la finalidad de la secuenciación es establecer una ordenación de los contenidos de enseñanza que asegure el enlace entre los objetivos educativos y las actividades de aprendizaje de los alumnos, de tal manera que la organización de la actividad desarrollada dé garantías suficientes para la consecución de las intenciones formativas propias del programa de formación o de la intervención de que se trate.

Para decirlo de una forma sencilla: la secuenciación de contenidos, de tareas y de actividades ha de ir propiciando un acercamiento progresivo desde la situación inicial de aprendizaje de los alumnos hasta los objetivos propuestos para el programa formativo en que estemos inmersos. Y esto es distinto para cada colectivo de destinatarios de la formación, e incluso para cada individuo, para cada situación de aprendizaje, para cada programa formativo y para cada institución.

Los objetos de aprendizaje (Wiley, 2000b y 2000c) constituyen además del eje donde se centran los esfuerzos actuales para organizar el uso en contextos diferentes de contenidos de aprendizaje, una filosofía y una metáfora para el diseño instruccional tecnológico, con un innegable impacto en la teoría, en la práctica y en la industria del aprendizaje electrónico. Los objetos de aprendizaje están siempre inmersos en un contexto formativo específico distinto para cada caso según sus objetivos y sus destinatarios.

Las especificaciones derivadas de los criterios y de las técnicas de secuenciación están llamadas pues a desempeñar un importante papel en:

1. La automatización de procesos del diseño de la instrucción.
2. La descripción operativa de elementos de información para esos procesos en los metadata de los objetos de aprendizaje contenidos en repositorios.

El trabajo que proponemos aborda pues dos cuestiones. La primera de ellas es básica y previa: determinar si el concepto de objeto de aprendizaje reutilizable es compatible con los requisitos de interdependencia de contenidos de aprendizaje (Polsani, 2003). Y la segunda cuestión, supuesta afirmativa la primera, es identificar qué requisitos se tendrían que asegurar para ello.

A continuación nos plantearemos de forma necesaria una serie de cuestiones:

- 1 ¿Cómo trasladar, según las formulaciones procedimentales clásicas, los criterios de secuenciación a especificaciones para objetos de aprendizaje?
- 2 ¿Cómo trasladar dichos criterios a la fase de diseño y de elaboración?
- 3 ¿Cómo deben operar en la fase de ejecución?
- 4 ¿Qué datos, informaciones y criterios se han de añadir a las informaciones de otro tipo que se adjuntan a los objetos de

aprendizaje?

- 5 Todo lo anterior ¿Se ha de hacer como apoyo a la intervención educativa o de forma automatizada?

En este trabajo se pretenden obtener patrones y protocolos a partir de diseño instruccional clásico – basado en las teorías de Ausubel (1976), Gagné (1965 y 1970) y de Reigeluth (Reigeluth y Stein, 1983) – y sobre todo de las aportaciones en vigencia – modelo de Simplificación de Condiciones, de Reigeluth (1998, 1999, 1999a y 2008) y LODAS de Wiley (Wiley, 2000) – adaptadas y simplificadas de forma que se simplifique para su uso en las fases de diseño instruccional tecnológico.

1.2 Interés, vigencia y pertinencia

El objetivo que planteamos viene avalado por varias líneas de desarrollo, cada una de las cuales se detalla a continuación:

1.2.1. Elearning y estándares de intercambio

La Comisión Europea (Comisión de las Comunidades Europeas, 2001) presenta los principios, objetivos y líneas de acción del eLearning como «la utilización de las nuevas tecnologías multimediales y de Internet, para mejorar la calidad del aprendizaje facilitando el acceso a recursos y servicios, así como los intercambios y la colaboración a distancia». Esta definición es a nuestro modo de ver la que, sin comprometerse excesivamente con ninguna de las opciones en presencia, da cabida a la mayoría de las conceptualizaciones existentes y desde luego alberga, o al menos no excluye, la acción, como eje central de la intervención directa, de los agentes implicados, en calidad de tutores, coordinadores, moderadores, organizadores didácticos, de recursos, etc. Y desde luego la que despierta mayor consenso.

En este complejo mundo se han desarrollado dos áreas para abordar el problema: la de los estándares de intercambio de contenidos, tal como SCORM, y la del diseño instruccional tecnológico, es decir el desarrollo de especificaciones que sobre la base de una supuesta excelencia pedagógica permitan a los desarrolladores de software elaborar aplicaciones educativas de calidad.

La forma que proponen y habilitan los técnicos y teóricos del Elearning para resolver el problema del intercambio de datos son los estándares de eLearning: Protocolos que contienen las especificaciones para dotar de flexibilidad a las propuestas de teleformación para su transferencia, tanto en el formato de los materiales y su estructura, como en la conformación de las infraestructuras (herramientas informáticas y telemáticas). Y que está dando resultados en los aspectos tecnológico y documental. Particularmente SCORM.

La elaboración, justificación y definición de especificaciones que permitan

diseñar aplicaciones educativas, está liderado por la corporación de la industria del eLearning, IMS Global Learning Consortium.

Las especificaciones que el presumible y deseable, según los autores, catálogo generalizado y mayoritario de especificaciones IMS-Global Consortium (IMS-GC) ofrece la ventaja sobre otras alternativas el que ellos ofrecen exclusivamente las herramientas de ejecución necesarias para implementar los más variados principios pedagógicos. La cuestión radica en que IMS-GC, en un proceso previo, ya había subsumido el proceso de decantación de estos principios en una fase interna anterior, sin sometimiento a otras condiciones o contextos formativos. Así, el lenguaje IMS-LD fue desarrollado originalmente en la universidad abierta de los Países Bajos (OUNL), después de un examen y de una comparación extensos de una amplia gama de itinerarios pedagógicos y sus actividades de aprendizaje asociadas, y de refinamientos sucesivos del lenguaje tendentes a obtener un buen equilibrio entre la generalidad y la expresividad pedagógica.

En general el procedimiento es claro: Obtener una información supuestamente basada en principios de calidad pedagógica, que no siempre se consigue, y que en la mayor parte de las veces surge del conocimiento experto, del estudio de casos, etc. pero casi nunca en desarrollos completos de teorías o de principios generales de intervención psicopedagógica, si bien la psicología del aprendizaje en principio y en cualquier circunstancia debería establecer sistemas inductivos/deductivos y en general debería definir estructuras sistémicas que describieran cómo se producen los aprendizajes diferenciándolos, y relacionando contenidos, condiciones y métodos, y no operar exclusivamente en principios o en procedimientos acabados. A continuación dichos principios de aplicarán directamente en la fase de diseño y desarrollo de productos tecnológicos y en técnicas de programación para obtener productos cada vez más autónomos de lo que es una intervención docente directa.

En el rubro del “debe”, de las expectativas no satisfechas, se constatan varios hechos: este propósito se hace difícilmente compatible con los principios de la secuenciación de contenidos y con las leyes que rigen el entramado cognitivo que existe en los aprendices y que permite la incorporación de conocimientos, como ya ha sido estudiado en trabajos anteriores (Zapata, 2005). Y en particular, como planteamos ahora, este propósito también se hace difícilmente compatible con los elementos de singularidad cognitiva de los estudiantes: Con los estilos cognitivos (¿cómo perciben éstos y se representan el conocimiento a nivel individual?), con las habilidades o competencias metacognitivas y con estrategias cognitivas singulares de los estudiantes.

1.2.2 Contenidos y secuenciación

La organización, selección y secuenciación de los contenidos de aprendizaje ha sido un tema de interés central para el diseño curricular de los programas instruccionales a los distintos niveles, desde la unidad didáctica hasta los estudios de ciclo formativo o carrera, o desde el punto de vista de las

instituciones y centros educativos, más allá del interés que haya podido tener en los últimos tiempos desde el punto de vista del diseño instruccional tecnológico: *La organización y la secuenciación de los contenidos de enseñanza constituyen el punto neurálgico del itinerario que nos conducirá a diseñar los procesos de aprendizaje* (Del Carmen, 1989).

Así la concreción y contextualización de las intenciones formativas tiene un triple propósito en la orientación de las acciones e intervenciones formativas que realizamos (Del Carmen, 1996) cuando hacemos un trabajo de diseño instruccional en el marco de la programación curricular o de la planificación educativa, sea cual sea el nivel:

- 1 Que responda las necesidades y a las situaciones específicas de los alumnos en un determinado contexto,
- 2 Que se inserte en un esquema conceptual de referencia de los alumnos.
- 3 Que sea coherente con las opciones que confieren carácter propio a la institución que las organiza o al programa formativo, empresa o centro (objetivos institucionales)

Esto tiene su proyección en la selección y organización de los contenidos. Es decir, la concreción de los objetivos educativos orientará los procesos de enseñanza-aprendizaje y repercutirá también en los otros aspectos de la planificación del currículo (del diseño educativo y del diseño curricular), sobre todo en la selección y en el enfoque de los contenidos de enseñanza y en la evaluación del proceso de aprendizaje. Esto parece obvio, pues es implícito a cualquier proceso de planificación curricular y tiene su correlación en las correspondientes intervenciones formativas. Pero sobre todo son los dos primeros elementos los que determinan la eficiencia de la intervención formativa.

La finalidad de la secuenciación es establecer una ordenación de los contenidos de enseñanza que asegure el enlace entre los objetivos educativos y las actividades de aprendizaje de los alumnos, de tal manera que la organización del trabajo formativo proporcione garantías suficientes para la consecución de las intenciones formativas propias del programa de formación, de la comunidad educativa o de la institución.

Los sistemas más autosuficientes implican unos formatos de datos para los recursos curriculares tecnológicamente más complejos, donde se tiene que atender a una gran variedad de funciones pedagógicas automatizadas o semiautomatizadas (Zapata, 2005). Por tanto, a medida que aumenta la riqueza en la automatización de las funciones o funcionalidades educativas, docentes, etc. aumentará la necesidad de contar con entornos cuya “amistosidad” supere o palie la rudeza o lentitud de los entornos operativos y las dificultades de comunicación o de relación entre los usuarios. Además, añadir operaciones a los recursos implica una mayor complejidad a la hora de diseñar los estándares de intercambio, transportabilidad e interoperacionalidad y, por lo tanto, se hace cada vez más difícil encontrar formatos estándares. Esto de alguna manera supone caer en una espiral de complejidades.

1.2.3 Secuenciación y objetos de aprendizaje

Abordaremos pues varias cuestiones. La primera de ellas es una cuestión básica y previa: ¿El concepto de objeto de aprendizaje reutilizable es compatible con los requisitos de interdependencia de contenidos de aprendizaje? Y en todo caso ¿qué requisitos se tendrían que asegurar para ello?

A continuación nos tendremos que plantear de forma necesaria una serie de cuestiones: ¿Cómo se pueden o se deben trasladar los criterios de secuenciación a los objetos de aprendizaje?, ¿cómo se deben trasladar en la fase de diseño y de elaboración?, ¿cómo deben operar en la fase de ejecución?, ¿qué datos, informaciones y criterios se añadirán a las informaciones de otro tipo que se adjuntan a los objetos de aprendizaje?, ¿se hace como apoyo a la intervención educativa o de forma automatizada?

Por otra parte habrá que tener en cuenta si la eficiencia de un sistema de este tipo complica excesivamente el artificio tecnológico a que pueda dar lugar, o bien si éste enturbia los aprendizajes, en qué medida lo hace y si merece la pena. ¿Puede dar la tecnología respuesta a cuestiones tan complejas como éstas con una casuística tan matizada e imprevisible de antemano, o más bien entra dentro del dominio del conocimiento experto sólo atendible desde la intervención tutorial personal no automatizada?

Para abordar estos temas los ilustraremos con algunos ejemplos. Trataremos primero las cuestiones generales y a continuación nos limitaremos a ejemplos, si bien sólo en el caso primero, la técnica de secuenciación mediante el análisis de contenidos.

Las técnicas clásicas de secuenciación de contenidos dan respuesta mediante procedimientos heurísticos a las situaciones que se derivan de los planteamientos que a continuación abordamos y que están en la base del diseño instruccional.

Pero antes recordemos que la finalidad de la secuenciación es establecer una ordenación de los contenidos de enseñanza que asegure el enlace entre los objetivos educativos y las actividades de aprendizaje de los alumnos, de tal manera que la organización de la actividad desarrollada dé garantías suficientes para la consecución de las intenciones formativas propias del programa de formación, la comunidad educativa o la institución.

Como ya hemos mencionado, la secuenciación de contenidos, de tareas y de actividades ha de ir propiciando un acercamiento progresivo desde la situación inicial de aprendizaje de los alumnos hasta los objetivos propuestos para el programa formativo de que se trate por la comunidad educativa o por la institución. Y esto es distinto para cada colectivo de alumnos destinatarios de la formación e incluso para cada individuo, para cada programa formativo y para cada institución. Por tanto la información adecuada que se suministra debe ser explícita y debe estar en correspondencia con cada una de las situaciones en las que se produce el proceso. También tendrá que ser objeto de estudio no solo cómo se organiza la información sino también como se operativiza en caso de que sea posible o cómo se apoya, si se realiza mediante una tutorización

personal, a través de los individuos y mediada por los ordenadores, o bien de forma automatizada mediante herramientas informáticas.

Los criterios indican condiciones que han de cumplir las acciones o la configuración que los sistemas han de tener, y que son evaluables mediante enunciados textuales en una evaluación convencional, pero que difícilmente pueden ser automatizados, o incluso algoritmizados mediante variables booleanas, cualitativas o cuantitativas.

Por ejemplo un criterio acerca de la secuenciación de contenidos es “si propicia un acercamiento cognitivo gradual a los objetivos de aprendizaje”, lo cual así descrito resulta difícil de trasladar a informaciones automatizadas vinculadas a objetos. Este criterio, que tiene más que ver con la metacognición del presente trabajo que con el desarrollo de códigos y modelos, se puede sin embargo desglosar en distintas variables parciales que admiten argumentos simples como valores (ej. booleanos):

<u>Criterio</u>	<u>Variables:</u>
La secuenciación de contenidos, de tareas y de actividades	La secuenciación debe ir adaptada al menos
<ul style="list-style-type: none">○ ha de ir propiciando un acercamiento progresivo desde la situación inicial de aprendizaje de los alumnos hasta los objetivos propuestos para el programa formativo.	<ul style="list-style-type: none">○ para cada colectivo de alumnos destinatario de la formación:<ul style="list-style-type: none">- individualmente,- para cada programa formativo- para cada institución.

Otro supuesto básico es que los contenidos de enseñanza de un área determinada son interdependientes y que el orden en que son propuestos a los alumnos no es indiferente para el aprendizaje.

Un mismo objeto de aprendizaje colocado en un contexto, dentro de un orden y para ser utilizado en un momento determinado, contará con una situación de conceptos y procedimientos previos desarrollados, en esa o en otras áreas, que será distinto de cualquier otra. La situación de aprendizaje de los alumnos también será en general distinta en cuanto al andamiaje cognitivo: organizadores previos, conceptos inclusores, ideas implícitas etc. para contextos formativos, grupos de destinatarios e incluso para individuos distintos.

Cuando introducimos un objeto de aprendizaje o una unidad de contenidos (un concepto, un procedimiento,...) debemos asegurar que se cumple con carácter general este principio.

No obstante, como tal principio general no es operativo en sí mismo pues no va a inspirar una regla o un procedimiento válido en todos los casos. Sí debe, por otra parte, inspirar los procedimientos de contextualización del objeto de aprendizaje. Y seguramente llegaremos a la conclusión de que esto no es posible en el cien por cien de los casos, de manera que muy probablemente se dé lugar a conceptos redundantes o a situaciones contradictorias, que choquen no ya con

los principios del aprendizaje constructivo, y den lugar a conflictos cognitivos, sino que incluso puedan chocar con las reglas de la lógica (lo definido no debe entrar en la definición, no utilizar como apoyo conceptos posteriores para definir conceptos anteriores, etc.). La cuestión que se planteará entonces es cómo seguir, si automatizar los procedimientos o adaptar los entornos para estas funciones.

Los contenidos de enseñanza	Los objetos de aprendizaje
Los contenidos de enseñanza de un área determinada son interdependientes	<p>Los objetos de aprendizaje cambian en función del contexto curricular.</p> <p>Un mismo objeto de aprendizaje colocado en un contexto, dentro de una secuencia, y para ser utilizado en un momento determinado, contará con una situación de conceptos y procedimientos previos desarrollados en esa o en otras áreas que será distinto de cualquier otra situación.</p>
El orden en que son propuestos los contenidos de enseñanza a los alumnos no es indiferente para el aprendizaje	<p>Los objetos de aprendizaje cambian en función del lugar que ocupen en la secuencia.</p> <p>La situación de aprendizaje de los alumnos también será en general distinta en cuanto al andamiaje cognitivo: organizadores previos, conceptos inclusores, ideas implícitas etc. para contextos formativos, grupos de destinatarios e incluso para individuos distintos.</p>

A un nivel más particular cualquiera de las técnicas consideradas para la secuenciación de contenidos tiene implicaciones claras no solo para el diseño instruccional de los objetos de aprendizaje sino sobre todo para la propia construcción de los objetos.

Un estudio más detallado nos llevaría a un análisis de estas implicaciones con relación al menos a las tres técnicas descritas, sin embargo no es el objetivo de este trabajo profundizar en ese tema sino simplemente enunciar la cuestión llamando la atención sobre esta necesidad. Por tanto nos vamos a limitar a hacer unos comentarios sobre la técnica de análisis de contenidos.

Según la técnica de análisis de contenidos, el proceso a seguir para secuenciar un conjunto de contenidos de enseñanza consta de tres pasos: descubrir y destacar los ejes vertebradores de los contenidos que deben enseñarse a los alumnos; descubrir y destacar los contenidos fundamentales y organizarlos en un esquema jerárquico y relacional; y finalmente proceder a la secuenciación según los principios de la organización psicológica del conocimiento. En el apartado correspondiente hemos señalado cuáles eran, según Novak y Gowin

(1977) y Novak (1990), los principios que rigen la organización psicológica del conocimiento y hemos hecho un resumen de ellos.

De ello al menos se concluye lo siguiente –que como puede servir como ejemplo para el procedimiento general–:

Fase del procedimiento	Implica (criterio de <i>reusabilidad</i>)
Descubrir y destacar los ejes vertebradores de los contenidos que deben enseñarse a los alumnos	Que en lo relativo a la información que se acompaña a los objetos de aprendizaje y a su diseño instruccional (actividades propuestas, referencias, ejemplificaciones, etc.) se ha de tener en cuenta el eje que vertebra el programa de formación donde va incluido. Y si no es así, ha de hacerse un tratamiento genérico que evite particularizaciones, de manera que si es útil para un curso o materia no lo sea para otro: Se haga con ello <i>irreutilizable</i> . Por ejemplo, no es lo mismo tratar el tema de derivadas en matemáticas para la representación de funciones, para resolver problemas de máximos y mínimos, o para ajustar curvas por el método de mínimos cuadrados.
Descubrir y destacar los contenidos fundamentales y organizarlos en un esquema jerárquico y relacional	Que el objeto vaya provisto de un esquema (mapa) de contenidos organizados de forma jerarquizada según el eje vertebrador elegido.

Igualmente se pueden considerar las implicaciones que tiene para el diseño de objetos de aprendizaje reutilizables (OAR) los principios que rigen la organización psicológica del conocimiento:

Principio	Implicación
Todos los alumnos pueden aprender significativamente un contenido a condición de que dispongan de conceptos relevantes e inclusores en su estructura cognoscitiva.	Todo objeto debería contemplar como información los contenidos (conceptos, procedimientos,...) previos necesarios y debería estar diseñado sólo en función de ellos. Incluso se debería asegurar que el alumno posee las destrezas convenientes y que conoce el sentido y la interpretación de los mismos.
Las secuencias de aprendizaje tienen que ordenarse partiendo de los conceptos más generales y	Debería asegurarse que ningún objeto tratase un contenido diversificado antes del objeto que trata el contenido de donde procede la

avanzando de forma progresiva hacia los conceptos más específicos, con el fin de lograr una diferenciación progresiva del conocimiento del alumno —es decir, la incorporación a su estructura cognoscitiva de nuevos elementos que enriquecen y diversifican los inclusores iniciales—, así como una reconciliación integradora posterior —es decir, la coherencia del conjunto de conceptos de la estructura cognoscitiva.	diversificación. Por ejemplo, en lengua-gramática-sintaxis no debieran tratarse las oraciones compuestas antes que las oraciones simples.
Resto de principios	Lo mismo se puede decir con el resto. Y obtener implicaciones de los demás principios con relación a los objetos que traten conceptos inclusores, etc.

Con estos criterios, siguiendo el análisis del contenido de enseñanza, llegaremos finalmente a unos requisitos operativos que permiten definir la secuenciabilidad de los objetos de aprendizaje reutilizables. Naturalmente hay que insistir en que el proceso es complejo puesto que la secuencia de los contenidos no se corresponde necesariamente con la “secuencia lógica o natural de los contenidos” y que la secuenciabilidad podría tener como origen criterios distintos del análisis sobre cómo se forman los conceptos y las ideas (análisis de contenidos) y puede proceder del análisis de la tarea o de la teoría de la elaboración. E incluso podría concluirse que los objetos de aprendizaje no secuenciables.

En cualquier caso creemos que esta investigación, este análisis y este esfuerzo nos acercarán a hacer los contenidos más asumibles por los alumnos en el sentido que les permitiría hacer una mayor apropiación de ellos.

1.3. Objetivos del trabajo y aportaciones originales

El objetivo principal de la tesis es obtener una técnica y un modelo, a partir de las técnicas de secuenciación clásicas de contenidos de aprendizaje, y de las aportaciones más recientes, para la elaboración de especificaciones que vinculen objetos de aprendizaje a los contenidos, su organización y su secuenciación de tal forma que puedan ser interpretadas y ejecutadas por un programa informático para producir objetos de aprendizaje basados en el diseño instruccional.

Este objetivo enunciado de forma general se concreta en dos objetivos específicos:

- 1) La elaboración y propuesta de un modelo de secuenciación que sea asumible por los diseñadores pedagógicos en función de dos características: La simplificación de condiciones en la elaboración y la

adaptatividad.

2) la aplicación a un caso concreto, con la elaboración y evaluación de códigos estándares.

1.4. Método de trabajo

En líneas generales el plan de trabajo está estructurado según enunciamos a continuación. Las líneas y fases que se proponen sólo son secuenciales en la medida en que el desarrollo de cada una se fundamenta en el de otra:

1. Estudio del estado de la cuestión: Se investiga la situación de desarrollo del concepto y usos de los objetos de aprendizaje, de la secuenciación de contenidos y del diseño instruccional en especificaciones pedagógicas, en correspondencia con los objetivos del proyecto:

O1. Recopilar y estudiar las técnicas existentes de secuenciación de contenidos de aprendizaje.

O2. Plantear los puntos de conexión con los desarrollos existentes sobre secuenciación como elementos para elaborar:

- orientaciones de alcance y secuencia
- especificaciones pedagógicas para la secuencia
- taxonomía de objetos de aprendizaje
- características semánticas y conceptuales que vinculan los constructos señalados en el objetivo general.

2. Descripción del contexto del problema y estructuración de la investigación. Esto es, llevar a cabo un análisis de las características sobre alcance y secuenciación de los modelos propuestos y de las metodologías que definen, así como de las taxonomías de objetos de aprendizaje, obtención de orientaciones para el diseño instruccional desde un punto de vista crítico como paso previo para la elaboración del modelo. Elaboración de primeras propuestas en consonancia con los objetivos.

3. Definición del modelo.

4. Aplicación a un caso, evaluación y conclusiones.

1.5. Método de evaluación

Los diseños de teorías instruccionales no son evaluados y validados en un solo acto de forma inmediata o simultánea a su elaboración. Tampoco la elaboración concluye tras la primera versión. Su validación se realiza en la práctica, y el

modelo varía en un proceso de *feed-back* en función del análisis de la aplicación, de resultados parciales y de consulta a expertos, quienes validan el modelo o indican cambios. Se trata de un modelo de evaluación formativa (Reigeluth y Frick, 1999):

We refer to this methodology as "formative research"—a kind of developmental research or action research that is intended to improve design theory for designing instructional practices or processes. Reigeluth (1989) and Romiszowski (1988) have recommended this approach to expand the knowledge base in instructional-design theory. Newman (1990) has suggested something similar for research on the organizational impact of computers in schools. And Greeno, Collins and Resnick (1996) have identified several groups of researchers who are conducting something similar that they call "design experiments," in which "researchers and practitioners, particularly teachers, collaborate in the design, implementation, and analysis of changes in practice." (p. 15) Formative research has also been used for generating knowledge in as broad an area as systemic change in education (Carr, 1993; Naugle, 1996).

La descripción más completa y la justificación de esta metodología de evaluación es la que describen Reigeluth y Frick (Reigeluth y Frick, 1999) y que podemos encontrar, así como una completa bibliografía, en el último capítulo de la obra citada.

La evaluación del modelo propuesto se ha llevado a cabo utilizando la metodología de investigación formativa, sometiendo el diseño en su conjunto, las especificaciones propuestas y la estructura de metadata sobre secuenciación al análisis de expertos de diseño instruccional, tecnológico y didáctico. Todo ello dentro de un proceso de retroalimentación y evaluación del proceso enmarcado en una metodología *ad hoc*.

1.6. Estructura del documento y formulación de conclusiones.

La presente memoria de tesis doctoral consta de los siguientes apartados y contenidos:

1. Introducción.- En el presente capítulo se trata el planteamiento del problema los objetivos y aportaciones originales de la tesis y se describen la metodología y el procedimiento de evaluación.
2. Estado de la cuestión.- Trata los antecedentes, la perspectiva de la ayuda pedagógica, el diseño instruccional, las teorías técnicas y los modelos de secuenciación como referencia para el modelo propuesto. Se hace especial referencia a la Teoría de simplificación de condiciones y al modelo LODAS.
3. Planteamiento del problema. En este capítulo señalamos los límites y déficits de los modelos propuestos y los objetivos de desarrollo: Obtener un modelo simplificado y adaptativo, así como las repercusiones para una ontología de la secuenciación sobre alcance y secuencia y sobre *skills clusters* en relación con

una taxonomía de LO.

4. Elaboración del modelo y diferenciación conceptual de los términos abordados para la ontología de la secuenciación. Es el capítulo donde se detalla el incremento de conocimiento que aporta la tesis sobre el estado de la cuestión.

5. Aplicación a un caso y ejemplificación.- En este capítulo se secuencia un episodio instruccional y se genera el código asociado como ejemplo práctico del modelo descrito en el capítulo 4.

6. Evaluación. Contiene las conclusiones del trabajo y un cierto número de orientaciones para futuros desarrollos e investigaciones.

Capítulo 2. Estado de la cuestión

La secuenciación de contenidos forma parte de un *corpus* de teorías, modelos y especificaciones para la práctica cuya referencia y antecedentes da sentido y continuidad a las actuales investigaciones. Este corpus, conocido como ayuda pedagógica, es el que en última instancia nos va a proporcionar un método para obtener especificaciones en el diseño instruccional.

Igualmente en el capítulo presente abordamos cuestiones que justifican la necesidad de un modelo adaptativo y simplificado, basado en necesidades detectadas en la literatura sobre la práctica docente y en las limitaciones de los modelos propuestos, más allá de las razones que plantean Reigeluth y Wiley, algunas de las cuales son redundantes con lo expuesto.

2.1. Antecedentes: La ayuda pedagógica en ordenadores y en redes. Del CAI (Computer Assited Instruction) al Technological Learning Design.

2.1.1 Introducción

El devenir de los últimos 25 años de las TICs y la educación y, más particularmente, de los últimos diez años han contribuido singularmente al auge de la enseñanza virtual, del aprendizaje electrónico, y del mundo que se mueve alrededor de él.

La cuestión reside en si es posible encontrar un *epítome*, un eje de contenidos que aglutine y dé sentido al conjunto de ideas, métodos, instrumentos y procedimientos. La respuesta ha venido precisamente al hilo de estudiar la literatura más reciente generada en torno a los contenidos que centran este trabajo: los temas relacionados con la secuenciación de contenidos de aprendizaje.

La organización y secuenciación de los contenidos de enseñanza constituyen el punto neurálgico del itinerario que conduce a diseñar los procesos de aprendizaje en general (Reigeluth, 1999) (S.E.C.C., 1989, 1990a, 1990b). Pero en este caso tiene que ver con la secuenciación como conjunto de elementos de conocimiento, y con la técnica asociada, que puede suministrar información y criterios para contextualizar, e integrar, objetos de aprendizaje, así como suministrar metadata o especificaciones de diseño instruccional.

Onrubia (2005) nos plantea desde la perspectiva constructivista la necesidad de contar con el sentido que atribuye el alumno a organizar los contenidos como

una referencia tan importante –por lo menos– como la estructura lógica o disciplinar de éstos: “(...) La primera es la diferencia entre la “estructura lógica” del contenido y la “estructura psicológica” del mismo. La estructura lógica de un contenido remite a la organización interna del material de aprendizaje en sí mismo, y puede considerarse estable entre contextos, situaciones y aprendices. La estructura psicológica del contenido, en cambio, remite a la organización de ese material para un alumno concreto, y depende de lo que, en cada momento, el alumno aporta al proceso de aprendizaje”. Esta aportación debe ser asistida, ayudada, con estrategias docentes adecuadas y con instrumentos que ayuden a organizar los contenidos en función de esas referencias. Esta es la idea que subyace en la perspectiva socioconstructivista cuando señala los entornos virtuales como entornos de ayuda pedagógica.

Charles Reigeluth, a quien debemos la formulación inicial de la Teoría de la Elaboración, recomienda un libro que está llamado a marcar un hito en este campo (Ritter et al., 2007), como en su momento lo marcaron, en éste, y en otros terrenos de las TICs aplicadas en la educación, alguno de sus autores. Por ejemplo en ese momento los trabajos de Tim O’Shea sobre Inteligencia Artificial y Educación en 1983 (O’Shea y Self, 1983) plantean la ayuda pedagógica enseñando a aprender con Logo y Prolog. Reigeluth plantea la cuestión de que es esta ayuda la que permite establecer la educación como el enlace entre lo que saben las distintas generaciones de individuos en una misma comunidad. Cuando esta comunidad se amplía se amplían las posibilidades. En el prólogo del citado libro, Wood plantea lo siguiente:

¿Cómo podemos explicar la notable capacidad de nuestra especie para difundir y propagar intelectualmente los descubrimientos a través de las generaciones y a lo largo del tiempo?

Si hay una constante en el largo camino del aprendizaje auxiliado por medios tecnológicos, y en el aprendizaje en general, es la ayuda con la información que acompaña a la información, a los contenidos del conocimiento. Lo que se pretende incorporar a nuestro acervo de saber y de hacer cosas.

Desde las guías didácticas de los programas y de las aplicaciones educativas hasta los metadatos de los objetos de aprendizaje y las especificaciones didácticas del diseño instruccional tecnológico se ha recorrido un largo camino del que a continuación daremos unos pequeños apuntes. La información no sólo es la que acompaña a los recursos sino la que se genera en los entornos laterales de los medios profesionales: las listas profesionales y los foros.

Pues bien esta puede ser la línea que conduce la evolución de las tecnologías que apoyan el aprendizaje desde su inicio, de forma relevante, en nuestro entorno cultural desde 1982-83 para la informática personal aplicada a la educación y para el aprendizaje en redes desde 1997-98. Y nos centraremos en los procesos, instrumentos y entornos que gestionan la información que directamente no es objeto de aprendizaje pero que sirve para regular, organizar las potencialidades y los recursos personales y profesionales que poseen los profesores y los alumnos para la docencia y el aprendizaje, así como la información que acompaña a los recursos educativos y a la forma en que ésta se procesa. Es un

rubro en el que entran elementos de metacognición, y de metaconocimiento para el aprendizaje, la docencia y el diseño educativo.

Esta línea empieza en las guías docentes, los planes de trabajo, las bases de datos sobre experiencias educativas, y concluye por ahora con los metadata de los objetos de aprendizaje y los repositorios y las especificaciones didácticas para el diseño instruccional.

2.1.2 EAO-CAI

Cuando se empiezan a utilizar los ordenadores con fines educativos, primero con los mainframes —proyectos PLATO (*Programmed Logic for Automatic Teaching Operations*) y TICCIT (*Timeshared Interactive Computer Controlled Information Television*) (Hagler and Marcy, 2000), (O'Shea and Self, 1983, 1985), (Alderman, 1974), (Anastasio y Alderman, 1973)— y después con los primeros ordenadores personales, el paradigma imperante, en el que se fijaron, era el de las propuestas conductistas de la enseñanza programada, formulada por Skinner (1958), y que en este ámbito se materializaron en el planteamiento conocido como CAI (*Computer Assited Instruction*), o EAO en castellano. En la versión más ortodoxa, el propio programa de formación conllevaba de forma integrada la información de uso. Realmente este tipo de herramientas eran y así se asumía de forma propia sin mediar crítica, libros y lecciones, en algunos casos de ejercitación. Sin embargo, en otros casos se trataba de información textual y gráfica, volcada a programas de ordenador. Cuando se trataba de programas de ejercitación las pautas de progreso eran implícitas, utilizadas y conocidas por los diseñadores de la programación instruccional, y en todo caso por los programadores informáticos, pero nunca por los alumnos, e incluso en pocos casos por los docentes.

Realmente LOGO es el primer lenguaje creado con fines exclusivamente educativos. Hasta entonces, y aún mucho después, los lenguajes de programación sólo se utilizaban en el campo de la formación como herramientas para programadores que servían para resolver problemas y realizar tareas en otros campos tales como cálculos complejos, almacenamiento de información, etc. Sólo de forma secundaria se utilizaban en educación, fundamentalmente para construir programas de instrucción asistida por ordenador EAO, que consistían en volcar información existente en libros a programas. Esto podría constituir una novedad en cuanto al soporte de la información, incluso en cuanto a su procesamiento, pero no en cuanto a cómo enseñar o en los procesos de aprendizaje pues la metodología y estrategias eran las mismas que se utilizaban con los libros de texto o de ejercitación de la época. Además el progreso se producía según las pautas de la enseñanza programada.

Desde esa época (década de los años setenta y parte de los ochenta), hasta hoy en día la tecnología de los ordenadores y de las redes ha evolucionado de forma espectacular. Pero sobre todo, para lo que nos afecta aquí, han cambiado las teorías y los fundamentos sobre cómo enseñar y cómo se produce el aprendizaje. Se ha evolucionado desde teorías que ponían el énfasis en el adiestramiento a otras que ponen el énfasis en el conocimiento (Rodríguez-Roselló, 1986). De las que ponen el énfasis en el instrumento y en el contenido a

los que ponen el énfasis en que el protagonismo esté en el individuo (tutor, alumno, etc.). Desde los modelos de enseñanza conductistas (en su sentido inicial, después han evolucionado a otros de aprendizaje por observación) hacia planteamientos basados en concepciones cognitivistas (principalmente hacia el constructivismo y otros planteamientos sociales y culturales del aprendizaje). Estos cambios en las teorías y en las bases conceptuales de la investigación y de la práctica docente han supuesto de forma pareja una reformulación de la ayuda pedagógica y de las metodologías de estudio.

2.1.3 Integración curricular

Coincidiendo con el auge de los planteamientos más constructivistas y con un espíritu más heurístico surge el sistema de ideas sobre el uso de medios programas y herramientas informáticos (TICs) conocido como integración curricular. Al principio destinado a integrar el uso de programas y aplicaciones de usuario como apoyo a los aprendizajes propios de las distintas materias y destrezas, se inserta en la línea del diseño curricular: La actividad docente es un fenómeno complejo de intenciones, acciones e intervenciones, que se determinan y condicionan mutuamente encaminadas a conseguir unos fines educativos concretos. Así por ejemplo cuando se utiliza la hoja de cálculo, en actividades diseñadas convenientemente, el objetivo no es conocer la herramienta sino que el objetivo puede ser, por ejemplo, que el alumno conozca el uso de los paréntesis para romper la jerarquía de las operaciones matemáticas. Objetivo instruccional propio de la materia.

En este entramado los programas y aplicaciones son medios, privilegiados en el sentido que consiguen aprendizajes de forma poderosa, pero instrumentos al fin y al cabo. Es la respuesta a la Informática como dominio curricular propio, como una disciplina más.

En un principio se utilizan programas y aplicaciones de usuario: textos y tratamiento de textos para aprendizajes de lengua, idiomas o lenguaje (lectura, escritura,...), hojas de cálculo, gráficos estadísticos para matemáticas y ciencias, bases de datos para ciencias sociales y naturales, etc. El énfasis se pone en esta línea en el apoyo mediante guías didácticas y guías de aplicaciones.

Posteriormente esta línea de la integración curricular se sigue con la explotación didáctica del software educativo, después con el software multimedia y al final con el hipermedia e Internet. Siempre se trata de aplicaciones elaboradas ex profeso para conseguir fines educativos, y donde el énfasis reside en la ayuda tutorial y en los materiales de apoyo. Siguen siendo, según la denominación clásica, instrumentos y medios: Es decir se hace especial énfasis en la idea del alumno como centro de los procesos cognitivos (de adquisición), de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y por ende de todo el sistema formativo. Y como tal se considera al alumno como autor de su propio aprendizaje. En esta conceptualización se sitúan los recursos y las actividades en un esquema complejo de contenidos, procesos y condiciones de aprendizaje, y de relaciones humanas donde el centro es el estudiante, y en otros casos el ciudadano en situación de formación.

Desde la perspectiva del constructivismo (Gagné, 1971) en toda situación de aprendizaje hay presentes tres elementos, o grupos de elementos, claramente diferenciados: Los resultados del aprendizaje o contenidos (el *qué* se aprende), los procesos (el *cómo* se aprende) y las condiciones de aprendizaje (lo que ha de cumplir una actividad o una situación para que el aprendizaje se produzca).

En esta línea de pensamiento los contenidos serían el resultado del aprendizaje, es decir el cambio que se produce en el material cognitivo del alumno entre el antes y el después de la actividad de aprendizaje (cambio entendido como incorporación de nuevo material, desecho del antiguo o cambio en el tipo de relaciones entre elementos de conocimiento y/o la forma de procesarlo). Los procesos serían el *cómo* se aprende, es decir, la actividad cognitiva que se pone en marcha, o el aprendiz pone en marcha, para efectuar el aprendizaje (estrategias y estilos cognitivos) y que varían según el tipo de aprendizaje (según la naturaleza del contenido —hechos, conceptos,... o del dominio disciplinar—) y según la información previa (ideas previas, experiencias). Pero en cualquier caso (Pozo, 1990) estos procesos tienen una característica común: son procesos propios, internos e inherentes al aprendiz, y en consecuencia sólo observables en sus efectos. En consecuencia la intervención del profesor, o del formador, para propiciar el cambio en el material cognitivo, la incorporación o la apropiación de los contenidos, sólo puede producirse para crear condiciones favorables a ese cambio. O para que el proceso de aprendizaje se desencadene y se desarrolle, dentro de unas condiciones favorables.

Cada aprendizaje requiere unas condiciones concretas y diferentes a otro. Condiciones a determinar mediante procesos de planificación y de evaluación. Estas condiciones de aprendizaje están determinadas por dos elementos: Los *recursos educativos* que pongamos a disposición de nuestros alumnos y la organización de los mismos.

Esta conceptualización entraña todo el acompañamiento de recursos de explotación didáctica: Guías docentes, propuestas y guías de actividades, sistemas de evaluación de aprendizaje y del propio instrumento. E incluso el desarrollo de bases de datos con información sobre integración curricular teniendo como base no es instrumento sino la práctica. El caso más destacado es la base de datos de experiencias educativas del PNTIC: EXPER, gestionada por el programa Knosys.

El tratamiento de la integración curricular se proyecta a continuación, en los años mil novecientos noventa, a los programas de software educativo, hipermedia y multimedia desarrollados a socaire de los concursos de programas (PNTIC y V Centenario, primero, y más tarde otros desarrollados por las Comunidades Autónomas), por los conciertos con empresas y, finalmente, con la incipiente industria del software educativo.

2.1.4 Precedentes de Internet.- La ayuda pedagógica en otras redes y en BBSs

Muchos creen que la educación a distancia tecnológica o los entornos virtuales de aprendizaje empiezan con Internet. Sin embargo muchas de las metodologías

docentes y de las formas de enseñar y aprender en red en esencia ya se llevaban a cabo, si bien de forma muy limitada y pionera, con anterioridad. La mensajería a través de ordenadores, modems y a través de la red telefónica conmutada ya existían en Minitel, Ibertext, y otras plataformas. Y la ayuda al aprendizaje ya se realizaba. Hay interesantes experiencias datadas en la BD Exper (Zapata, 1997) sobre uso de mensajería en actividades de aprendizaje de idiomas. Pero tiene especial interés el apoyo a profesores, como medio de comunicación y de intercambio de experiencias y de materiales. Particular interés tienen los BBS o Bulletin Board System (Sistema de Tablón de Anuncios) que encerraba las virtualidades y las funciones principales de los servicios a través de la Web que después vinieron con Internet. El problema era la capacidad tan limitada de acceso y de comunicación y transmisión de datos que tenían.

Un BBS era fundamentalmente un software para redes de ordenadores que permitía a los usuarios conectarse al sistema a través de una línea telefónica) y utilizando un programa terminal (después a través de Internet y de Telnet) realizar funciones como descargar programas y datos, leer noticias, mensajería, ejecutar programas en línea, etc. Se trataba pues de un sistema virtual (en el sentido de que no entrañaba la existencia de una red física específica) constituido por un centro servidor al que podían conectarse otros ordenadores/usuarios a través de la red conmutada, o de otra red de comunicaciones (IBERCOM, red digital o RDSI), y de un módem con objeto de obtener los servicios que aquél prestaba. El centro servidor podía ser incluso un ordenador personal de una relativa potencia y capacidad. Los BBS tenían un ámbito de actuación relativamente pequeño, una comarca, una región, y una capacidad de atención a llamadas relativamente corta. Solían prestar servicios corporativos, comerciales, o libres, por una cuota que suele ser proporcional al nivel de servicios que ofrecían. En educación, en España, los utilizan movimientos de renovación pedagógica, CEPs, agrupaciones de centros educativos, etc. Destacan de esta época, en nuestro país, los BBS utilizados por centros y profesores de Castilla-La Mancha y el utilizado como recurso de apoyo a la formación del profesorado en el Centro de Profesores de Yecla-Jumilla (Murcia).

En definitiva raro es el servicio, salvo web, que después prestó Internet, que los BBS no diesen: Mensajería, intercambio de archivos, información, tablón de anuncios, acceso y uso de bases de datos, servicios federados (shareware, acceso a grandes redes, etc.). Sin embargo, por las limitaciones que tenían en acceso y transferencia, rara fue la experiencia educativa que se realizó con ellos, si bien sí se utilizaron como apoyo docente y a la investigación educativa. En resumen, significaron un hito en la ayuda pedagógica como apoyo al sector más innovador de la comunidad docente, incluidos los maestros y los maestros rurales.

2.1.5 LOGO

Ya hemos dicho que LOGO es el primer lenguaje de programación que se diseña no solo con fines educativos sino con una sólida fundamentación en las teorías del aprendizaje. Esta génesis lleva asociada de forma inevitable el desarrollo de

un extenso y rico material de apoyo, muchas veces más importante que la propia implementación. De hecho es un lenguaje capaz de aprender (de crecer incorporando recursos muy difíciles de distinguir de lo que son los recursos iniciales o procedimientos propios llamados primitivas). De esta forma se crean los *micromundos*, dominios de recursos, funciones y procedimientos vinculados a un tema: la música, temas de ciencias de la naturaleza, de la geometría, etc. El recurso de apoyo se confunde en este caso con el recurso computacional, no solo lógicamente sino conceptualmente. Mención especial merece la relación que tiene con ámbitos específicos que si no hubieran sido por Logo difícilmente se hubieran desarrollado como contenido de enseñanza. Así sucede con FRACTAL.

Los fractales suministran modelos que contribuyen a percibir el espacio y las propiedades geométricas de objetos y procesos naturales. Esto supone una conexión que existe entre este dominio del conocimiento y algunos de los objetivos educativos establecidos para la etapa de Secundaria. Por otra parte hay que señalar la importancia, y las posibilidades, de introducir por primera vez unos conocimientos formulados de manera reciente (su desarrollo se ha producido en los últimos quince años). Recordemos que, en el contexto de la geometría descriptiva que se imparte en los niveles equivalentes a educación secundaria, no se han incorporado contenidos prácticamente posteriores a Euler. Los modelos que suministra la geometría fractal tienen un potencial cognitivo que permite dar estructura y significado a objetos y procesos naturales (su representación y su forma) así como estudiar algunas de sus propiedades. Eso es posible en buena medida gracias al uso del ordenador y de herramientas como LOGO, que posibilitan el cálculo y la interacción con potencia y rapidez, y que permiten al alumno observar la variación de las formas así como formular y contrastar las propiedades.

El lenguaje LOGO nace a finales de la década de los sesenta, en el MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). La paternidad se atribuye a Seymour Papert que es quien dirige y coordina los trabajos de investigación y los desarrollos informáticos que concluyen con la primera elaboración de una versión de este lenguaje interpretado. Papert es un matemático, colaborador de Piaget y seguidor de sus ideas, que ha trabajado con él en el Centro de Epistemología Genética de Ginebra, sobre la psicología del aprendizaje y la construcción del conocimiento matemático.

Las ideas de Papert se reflejan fundamentalmente en su obra "El desafío a la mente" (Papert, 1980). En él distingue, como lo hace Piaget con carácter general, dos tipos de conocimiento, o de procesos de aprendizaje, para la geometría o para las ideas y conceptos geométricos (lo que más modernamente se conoce como la percepción del espacio):

- El que se aprende en la escuela, de forma pasiva, impuesta y escasamente vinculada por lo general a criterios de utilidad aceptados por el niño
- El constituido por el conjunto de procedimientos, y de ideas geométricas, que los niños utilizan y aprenden (porque les son útiles) para sus desplazamientos o para describir una posición, para transmitir ideas sobre dónde está o cómo se llega a determinado lugar u objeto. Sin duda estos resultan más identificados con sus esquemas corporales, y son aceptados

como más útiles.

Estos últimos procesos, que junto con otros, los niños aprenden de forma espontánea, y vinculan a criterios de utilidad, motivación personal, etc. son conocidos como procesos piagetianos de aprendizaje, y se producen acumulando experiencias y procesándolas, estableciendo relaciones entre ellas, etc. En este sentido la preocupación de Papert es por qué ciertos aprendizajes tardan tanto en producirse o no se producen nunca sin ayuda de una instrucción especial, o por qué la dificultad tan generalizada en la adquisición de ciertos conocimientos geométricos o matemáticos. La idea de Papert, como la de Piaget, (Rodríguez-Roselló, 1988, 1986) es que la dificultad del aprendizaje no se deriva exclusivamente de la dificultad intrínseca de los conceptos, o de la pobreza de recursos intelectuales del niño, como de forma tradicional se afirma, sino también por la carencia de recursos conceptuales (en los materiales, modelos, metáforas,...) que nuestra civilización proporciona. Como sucede en otros paradigmas constructivistas, para Papert es el alumno el que crea su propio conocimiento siempre que le suministremos los medios adecuados. En este sentido la forma de superar la dificultad señalada, para él, estriba en suministrar herramientas conceptuales que permitan saltar de un tipo de conocimiento a otro, es decir de realizar la transferencia. LOGO adquiere, de esta forma, sentido: Cumplir en parte este objetivo.

Todo lo desarrollado en este contexto se reduce a buscar y encontrar elementos que vinculen constructos conceptuales (del pensamiento formal) con elementos ya existentes vinculados a esquemas de conocimientos previos, por ejemplo el esquema corporal y los esquemas sensoriomotores, produciendo una visión antropomórfica de los problemas.

2.1.6 Web training y LMS

Cuando aparecieron las redes telemáticas anteriores a Internet, es decir los sistemas de videotexto tales como Ibertext, Ibercom o Minitel, y los Bulletin Board Systems (BBS), éstos fueron aprovechados por ciertas iniciativas, muy minoritarias, pioneras de educación a distancia, diseñándose entornos similares a los actuales LMS. Con el uso de la mensajería y de la posibilidad de enviar ficheros adjuntos –o mediante Telnet– surge ya la forma de trabajar tan característica, muy cercana a lo que hoy se conoce como tutoría telemática. Con el uso de los TALK y de las listas de correo se van configurando ambientes muy similares a lo que hoy son las aulas virtuales... Todo esto señaló un camino y una metodología a seguir parecidas a las que posteriormente se organizan en modalidad Web Training.

Con la generalización de Internet, como red universitaria primero y de interés general después, los profesores que utilizan los servicios de la red para uso académico, para trabajo colaborativo, para intercambiar informaciones y documentos, en el seno de sus núcleos de investigación, centros o departamentos empiezan a observar, a medida que se van sintiendo seguros en el uso de los servicios y herramientas, que ciertos usos y servicios facilitan una singular forma de trabajar en sus entornos. Y esto sucede cuando trabajan en educación a distancia, con las características propias de esta educación, y

cuando trabajan de forma presencial como complemento a sus estrategias docentes y tutoriales habituales. Realmente es por ahí por donde comienza la proliferación de usos instruccionales de la red. La convergencia se produce pues desde abajo, desde el trabajo colaborativo hacia las modalidades de apoyo a la tutoría basado en redes, sea presencial o a distancia. Este hecho avanza en la medida que se va produciendo la incorporación de los alumnos a las redes, tanto desde sus domicilios como desde las aulas de libre acceso y ordenadores que ponen las universidades a disposición de sus estudiantes. Naturalmente la formación a distancia de postgrado se ve notablemente favorecida por la capacidad económica y de acceso a las redes de estos usuarios.

Es la práctica pues la que va decantando los usos de los servicios de Internet. Así se configuran los entornos que ya hemos citado de tutoría telemática, con apoyo de mensajería y de envíos de adjuntos, los FTP como repositorios de materiales (apuntes, documentos de referencia, artículos colecciones de ejercicios, prácticas, problemas,...) y los debates en foros asíncronos pero sobre todo en listas de discusión. La unidad y la cohesión la prestan las páginas y los sitios webs de los cursos y también de los profesores individuales.

De esta forma algunas universidades más dinámicas y más responsables de su compromiso con la comunidad de aprendizaje —Universidad de Cornell con BlackBoard, University of British Columbia (Canadá) con Web CT—en algunos casos y asociaciones de profesores en otros — US WEST Foundation, vinculada a la National Education Association, a través de Washington Education Association , para el caso de Learning Space— lo único que hacen es dar cuerpo como herramienta informática a estos entornos basados en la red, eso sí apoyados por potentes equipos de psicopedagogos que estudian, estudian y diferencian, las operaciones, funciones y perfiles en presencia, y apoyados sobre todo por equipos de técnicos informáticos, programadores que dan cuerpo mediante aplicaciones informáticas a estos entornos y a los sistemas de operaciones y procedimientos asociados. De esta manera surgen las plataformas, no como un ejercicio teórico o técnico aislado de la práctica sino como una consecuencia de ella, culminando con ello el proceso que se había abierto antes con la práctica.

Por último son consorcios o empresas más o menos vinculadas a estas universidades o centros de investigación las que perfeccionan los productos, los comercializan y los distribuyen. Pero entonces ya estamos en el mundo de las plataformas de teleformación (LMS).

A veces las plataformas han nacido teniendo como referencia las enseñanzas presenciales y metáforas sugerentes pero poco efectivas o poco vinculadas a los problemas reales que la distancia y el aprendizaje plantean. Otras veces las plataformas nacen teniendo en cuenta exclusiva o preferentemente la representación conceptual, o cognitiva, que de ellas se hacen los técnicos , los informáticos o los programadores... o los técnicos en comunicación. Son ideas implícitas centradas en el medio o en la herramienta, o en la gestión o en la publicidad.

Se podrían formular distintas conceptualizaciones, haciendo mayor o menor hincapié en ciertos aspectos teóricos, técnicos o formales de lo que es un sistema

de gestión del aprendizaje en redes. Incluso de lo pertinente del nombre —teleformación, Elearning, EAD,...— o incluso de la actividad, haciendo especial énfasis en las propuestas teóricas subyacentes: Basadas en la cognición, la epistemología, el aprendizaje o las estrategias y las metodologías docentes. Tampoco hay un acuerdo en la delimitación de las funciones que debe cumplir un instrumento de este tipo. Hay quien incluye herramientas por defecto como son las plataformas de trabajo colaborativo, en función de que pueden cumplir la mayoría de los objetivos y funcionalidades que se asignan comúnmente a los LMS, y hay quien incluye por exceso los sistemas de gestión académica porque a veces se les atribuye como valor añadido funcionalidades que son propias de los LMS. Sin embargo vamos a aceptar lo que es común y mayoritariamente aceptado (el mínimo común denominador) sin entrar en esa polémica:

Una plataforma de teleformación, o un sistema de gestión de aprendizaje en red, es “una herramienta informática y telemática organizada en función de unos objetivos formativos de forma integral (es decir que se puedan conseguir exclusivamente dentro de ella) y de unos principios de intervención psicopedagógica y organizativos, de manera que se cumplen una serie de criterios básicos” (Zapata, 2003)

Desafortunadamente, algunos programas que se llaman plataformas, algunos de los cuales se califican como constructivistas, no cumplen algunos de estos criterios que valoramos como imprescindibles. Algunos incluso los más básicos como son establecer distintos roles docentes o editar guías didácticas. Esto desgraciadamente no es reclamado por la comunidad docente con suficiente fuerza, a pesar de tratarse de aspectos centrales en la ayuda pedagógica que dicen perseguir.

La proliferación de plataformas y otras herramientas de ayuda a la enseñanza y el aprendizaje en redes, así como el propio volumen de las actividades de esta naturaleza, han dado lugar a un complejo mundo tecnológico que junto con otros conceptos se aloja bajo el término de Elearning. Hay otras acepciones. Dentro de este mundo ha cobrado especial relevancia el problema de los estándares para el intercambio de datos y la reusabilidad de contenidos (objetos de aprendizaje). La definición de los estándares tiene unos objetivos computacionales, otros objetivos de proceso de la información (metadata) y sobre todo tiene con unos objetivos de inserción pedagógica de esos contenidos en contextos diferentes (diseño instruccional tecnológico), que tienen especial relevancia por la dificultad que ha encontrado para su progreso.

Elearning, diseño instruccional y objetos de aprendizaje tienen su espacio propio dentro de esta primera parte, pero no podemos concluir sin hablar en este apartado del futuro, de la agenda, de la ayuda pedagógica.

2.1.7 El futuro: La metacognición

Hemos abordado hasta aquí conceptos y realidades que han tenido su desarrollo durante los últimos 25 años. La tendencia, como parecen señalar los hechos señalados y las directrices de los organismos europeos, es a que aumente el

protagonismo de los que aprenden, asumiendo su papel, y que la ayuda que el docente le suministre por sí mismo o mediante sus propios mecanismos de autorregulación le permitan incorporar a su acervo de conocimientos, habilidades y competencias. Que, en definitiva, todo vaya encaminado a la autonomía en el aprendizaje y a facilitar la incorporación de los elementos de conocimiento que su entorno o el devenir de la ciencia y la técnica le suministra. Señalamos pues la importancia y la vigencia de las estrategias y de los estilos de aprendizaje, así como de la metacognición. Además lo planteamos en particular desde el punto de vista de si pueden servir para fundamentar el diseño educativo en actividades de Elearning y en entornos virtuales de aprendizaje (EVAs).

Se pone de relieve el papel de la metacognición en el Elearning sobre todo pensando en la selección, secuenciación y organización de los contenidos atendiendo a las características y situaciones de aprendizaje específicas de los alumnos. El carácter autodidáctico y favorecedor del aprendizaje autónomo que poseen estos entornos parece requerir, más que ningún otro, de un buen conocimiento de los propios recursos para aprender. Nos planteamos pues si es posible, o fácil, inducir elementos que incrementen esta ineludible e intransferible función del aprendiz situado en estos entornos. Y si es así, igualmente nos planteamos cómo o con qué herramientas cognitivas o de regulación del propio conocimiento se puede hacer. Igualmente están situadas en la perspectiva de desarrollo de la investigación de las ciencias del aprendizaje aplicadas al Elearning cuestiones tales como: Bajo qué criterios o condiciones se podrían incorporar en las actividades de Elearning elementos de control de la actividad cognitiva de los sujetos; si las guías didácticas y particularmente las especificaciones del learning design pueden cumplir esas funciones; y por último se plantea bajo qué condiciones o criterios puede realizarse.

Como es sabido, el concepto de estrategias se incorpora recientemente a la psicología del aprendizaje y la educación como una forma más de resaltar el carácter procedimental que tiene todo aprendizaje. Es tanto como afirmar que los procedimientos usados para aprender son una parte muy decisiva del resultado final de ese proceso. No es que se ignorase, sobre todo por los buenos “maestros”, la importancia decisiva de las técnicas y otros recursos aportados por el aprendiz pero no existía una formulación y conceptualización tan explícita y con términos específicos sobre esas tales operaciones cognitivas del aprendiz. Es, pues, un concepto moderno que conecta adecuadamente con los principios de la psicología cognitiva, con la perspectiva constructivista del conocimiento y aprendizaje, con la importancia atribuida a los elementos procedimentales en el proceso de construcción de conocimientos y, asimismo, con los aspectos diferenciales de los individuos, tan enfatizados por toda la psicología cognitiva (adultos, jóvenes, expertos, novatos, etc.).

La conciencia de los propios recursos cognitivos con que cuenta el aprendiz, la metacognición, no es sólo una estrategia o conjunto de estrategias de diverso orden, es condición necesaria para que pueda darse cualquier plan estratégico ya que de lo contrario podría darse la aplicación de estrategias, pero no habría intencionalidad al no existir la adopción de un plan con previa deliberación de la

situación y los recursos. Dentro de las estrategias de aprendizaje merecen especial mención las estrategias de apoyo.

Los comportamientos humanos suceden en una implicación envolvente de los diferentes componentes de la persona, de manera que las funciones cognitivas se ven dependientes de otros aspectos de la personalidad como las emociones, el temperamento, la atribución, la autopercepción y otros. Por esta razón, algunos estudiosos de las estrategias incluyen, como una clase más de éstas, las llamadas estrategias de apoyo. Éstas no contribuyen directamente al logro del fin propuesto pero lo posibilitan creando las condiciones que hagan posible la puesta en marcha del plan previsto e incluso la misma posibilidad de establecer el plan. Según Danserau (1985) las estrategias de apoyo son aquéllas que en lugar de dirigirse directamente al aprendizaje de los materiales, tienen como misión incrementar la eficacia de ese aprendizaje mejorando las condiciones en que se produce. Entre ellas se suelen referir estrategias para incrementar la motivación, la atención, la concentración y en general el aprovechamiento de los propios recursos cognitivos. Así pues, vendrían a ser autoinstrucciones para mantener unas condiciones óptimas para la aplicación de las estrategias y, en el caso del aprendizaje escolar pueden ir dirigidas a incrementar la motivación, la autoestima y la atención.

Según ciertas hipótesis y teorías, el uso y la combinación reiterada de ciertas estrategias, la frecuentación de cierto tipo de tareas cognitivas (solución de problemas, razonamiento lógico, análisis, clasificaciones o seriaciones, etc.) así como cierta disposición personal (orientación y estilo personal, estilos cognitivos, estilos perceptivos, etc.) van conformando un perfil de aprendiz que tiene disposición y orientación a usar ciertas estrategias, a percibir y organizar la información de una determinada manera lo que confiere un estilo de aprender. Estas hipótesis sobre estilos de aprendizaje han desencadenado una gran cantidad de investigaciones y desarrollado una estimable cantidad de instrumentos y pruebas que pueden llegar a tener mucha utilidad en la función del autoconocimiento o del conocimiento de las orientaciones de los propios alumnos en la selección y uso de estrategias de aprendizaje y elaboración de planes para aprender.

Realzar el papel de la metacognición en el aprendizaje virtual resulta algo evidente. El carácter autodidáctico que, en gran medida, conserva este entorno parece requerir, más que ningún otro, de un buen conocimiento de los propios recursos. Pero, ¿es posible inducir elementos que incrementen esta ineludible e intransferible función del aprendiz en situación de estudiante virtual? ¿Cómo o con qué recursos? ¿Existen experiencias en este sentido? ¿Bajo qué criterios o condiciones se podría intentar incorporar en las actividades de Elearning de algunos de nuestros elementos de control de la actividad cognitiva de los sujetos? ¿Una buena guía didáctica puede cumplir esas funciones? ¿Bajo qué criterios o condiciones?

A raíz de todo lo anterior, surgen varias interrogantes en relación con el Elearning y los EVAs. Porque, al igual que nos planteábamos en su momento si el concepto de objeto de aprendizaje reutilizable es compatible con los requisitos de interdependencia de contenidos de aprendizaje, nos podemos plantear ahora si el concepto de objeto de aprendizaje y el subsiguiente de la reusabilidad es

compatible con cualquier estilo de aprendizaje: ¿Hay estilos más privilegiados que otros? ¿Cuáles son estos estilos?; ¿Qué requisitos se tendrían que asegurar para la mayoría de estilos fuesen compatibles y cómo se tendría que repercutir en especificaciones de diseño de instrucción para que la exclusión fuese la mínima? ¿No tendríamos pues que plantearnos de forma necesaria cómo se pueden o se deben trasladar criterios de compatibilidad de los distintos estilos y estrategias con los objetos de aprendizaje y cómo se deben trasladar en la fase de diseño y de elaboración, o cómo deben operar en la fase de ejecución? ¿Qué datos, informaciones y criterios se han de añadir a las informaciones de otro tipo que se adjuntan a los objetos de aprendizaje en los metadata? ¿Se hace como apoyo a la intervención educativa o de forma automatizada (si es que esto es posible)?

2.2. Elearning y el diseño instruccional

2.2.1 Elearning

La Comisión Europea (2001) presenta los principios, objetivos y líneas de acción del Elearning como «la utilización de las nuevas tecnologías multimediales y de Internet, para mejorar la calidad del aprendizaje facilitando el acceso a recursos y servicios, así como los intercambios y la colaboración a distancia». Esta definición es a nuestro modo de ver la que, sin comprometerse excesivamente con ninguna de las opciones en presencia, da cabida a la mayoría de las conceptualizaciones existentes y desde luego alberga, o al menos no excluye, la acción, como eje central de la intervención directa, de los agentes implicados, en calidad de tutores, coordinadores, moderadores, organizadores didácticos, de recursos, etc. Y desde luego la que despierta mayor consenso.

Sin embargo la práctica de los medios especializados –foros, listas de discusión, literatura especializada, etc.—, primero en EE.UU. y luego en el resto del mundo, ha acuñado de forma laxa este término para referirse al mundo de la formación y de la educación que en algún momento, o en la mayoría de los momentos, utiliza las redes y los medios digitales como soporte de su actividad.

También se ha consolidado el uso del término Elearning empresarial, en sentido más limitado, para referirse a una industria y a un negocio, y a su correlato en el mundo de la investigación tecnológica, que ha tenido como objetivo distribuir conocimientos soportados en multimedia (multimedia educativo o en la Web) con objeto de ser aprendidos por un sector más o menos preciso de destinatarios. Se trata de lo que comúnmente se conoce como el Elearning empresarial (Ruipérez, 2003) o del sector empresarial, que pone en circulación materiales de aprendizaje más o menos asistidos por un auténtico sistema de aprendizaje en redes. En realidad es esta la auténtica esencia del Elearning para muchos, donde se distingue la distribución de contenidos más o menos asistidos (se entiende asistidos de forma automática) y el sentido instrumental de estos en un contexto educativo. Se trata en caso extremo del negocio del Elearning, concepto incluido dentro de lo que se llaman las industrias de la información.

2.2.2 Objetos de aprendizaje

El concepto y definición de objeto de aprendizaje (OA) – del inglés *learning object* (LO) – es relativo al contexto práctico y teórico donde se enmarca. Tiene su desarrollo más definido en el modelo Teoría del Diseño y la Organización de Objetos de Aprendizaje – *Learning Object Design and Sequencing Theory* (LODAS) de Wiley, y su definición o la aproximación a ella en los artículos iniciales de este autor (Wiley, 1999; 2000; 2002a; 2002b y 2002d). Su precedente está en el concepto de “objeto de conocimiento” atribuido a Merrill. Comoquiera que es un constructo central en este trabajo postponemos su definición vinculada, en este mismo apartado, a la descripción del modelo LODAS y en el siguiente capítulo a la propuesta de modelo que haremos a continuación (simplificada de la LODAS).

Merrill y sus colegas en el Grupo de Investigación ID2 proponen una forma de representación del conocimiento que consiste en componentes organizados en lo que llaman objetos de conocimiento (Jones, Li y Merrill, 1990; Merrill y ID2, 1993, 1996; Merrill, 1998). En el resto de esta tesis nos referiremos a este trabajo como Teoría de Diseño por Componentes (*Component Design Theory: CDT2*¹).

La CDT2 propone que la casi totalidad de la materia cognitiva (el conocimiento) se puede representar como cuatro tipos de objetos de conocimiento:

- Entidades (*Entities*²), lo que son las cosas (objetos).
- Las acciones, son actos que pueden ser realizadas por un alumno con un objeto o con alguna de sus partes.
- Procesos, son eventos que ocurren como resultado de alguna acción.
- Propiedades son descriptores cualitativos o cuantitativos de las entidades (de los objetos), de las acciones, o de los procesos.

La CDT2 define el conocimiento a través de los componentes de un objeto de conocimiento. Un objeto de conocimiento y sus componentes son una manera de describir los contenidos que se enseñan. A su vez los objetos de conocimiento

1 La *Component Display Theory* (CDT) es la obra original de Gagné de la que se desprenden diversas categorías de componentes teóricos (Véase Merrill, 1994). Una de esas componentes es la *Component Design Theory* (CDT2), que se trata abundantemente hacia el final de este capítulo con el nombre *Instructional Transaction Theory* (ITT) o instructional design basado en objetos de conocimiento.

2 Hemos adoptado la palabra entidad (*entity*) en lugar de la palabra objeto para evitar la confusión se produciría con el uso de esta palabra (objeto), tal como se utiliza en la expresión “programación orientada al objeto”, o con objeto de aprendizaje.

tienen, en la teoría definida por Merrill (CDT2), una serie de componentes que constituyen un conjunto de informaciones que acompañan y constituyen el objeto, o bien como metadata o bien como contenido propio de información. Esquema que se va a repetir en los objetos de aprendizaje.

Los Objetos de Aprendizaje (Wiley, 2000) son elementos de un nuevo tipo de instrucción basada en ordenadores (EBO-CBI) derivada del paradigma informático de construcciones y desarrollos orientados al objeto” en la que se estima mucho la construcción a través de componentes —“objetos”— reutilizables (Dahl y Nygaard, 1966) en múltiples y distintos contextos. Para Wiley (2000) esta es la idea fundamental que subyace detrás de los objetos de aprendizaje: los diseñadores instruccionales pueden construir pequeños (en relación con el tamaño de todo un curso, una unidad didáctica o un programa formativo) componentes de instrucción que pueden ser reutilizados varias veces en diferentes contextos de aprendizaje.

Otro factor definitorio es que los OA pueden ser distribuidos y descargados a través de Internet, lo que significa que un gran número de personas (docentes, alumnos, desarrolladores y diseñadores instruccionales) en cualquier sitio pueden acceder y utilizarlos simultáneamente o no, en contraposición a los recursos instruccionales tradicionales, tales como retroproyectores, diapositivas, grabaciones o cintas de vídeo, que sólo puede existir en un lugar en un momento. Por otra parte, aquellos que incorporan objetos de aprendizaje pueden colaborar y beneficiarse inmediatamente de las nuevas versiones. Evidentemente estas son diferencias significativas entre los objetos de aprendizaje y otros medios instruccionales que han existido anteriormente.

No obstante en una primera aproximación a qué son pues los objetos de aprendizaje, desde el punto de vista de la intervención psicopedagógica, podríamos decir que son unidades curriculares (o unidades mínimas de diseño educativo) soportadas digitalmente que pueden integrarse en distintos contextos curriculares (o instruccionales) apoyando programas formativos con distintos objetivos y destinatarios.

Naturalmente hay otras acepciones. Sin embargo, si aceptamos ésta, el gran problema de la industria del Elearning se centra en la ausencia de unas metodologías psicopedagógicas comunes y consensuadas que garanticen estos objetivos y que estén asumidas por la práctica docente de forma generalizada.

2.2.3 Los objetos de aprendizaje reutilizables

En este contexto del Elearning y vinculado de forma inseparable de él (constituyendo una unidad conceptual) surgen los objetos de aprendizaje reutilizables o *reusable learning objects* (Wiley, 2002a)

La filosofía de *compartir recursos* va más allá de los cursos en línea. Así los *objetos de aprendizaje reutilizables* son recursos digitales que pueden integrarse en distintos contextos de formación apoyando programas formativos con distintos objetivos, destinatarios, etc. y que pueden reutilizarse indistintamente sin adaptación.

De esta forma L'Allier (1997) los define como "la mínima estructura independiente que contiene un objetivo, una actividad de aprendizaje y un mecanismo de evaluación" y Wiley (2002a) los describe como "cualquier recurso digital que se puede utilizar como apoyo para el aprendizaje".

Como vemos el concepto resultante de unir ambas definiciones es amplísimo y se puede aplicar prácticamente a cualquier objeto didáctico en soporte digital con enormes diferencias de importancia en la intervención formativa y de niveles de uso, desde una presentación en una clase presencial, o una fotografía digital para explicar, por ejemplo, en una clase de arte una ventana gótica, hasta una asignatura completa virtualizada.

Un concepto diferente es el de reusabilidad. Como veremos un objeto no es absolutamente reutilizable en distintos contextos tecnológicos o curriculares. En nuestro caso nos centraremos en esto último y en los problemas que suscita en el campo del diseño instruccional. En este sentido, la cuestión básica que se plantea es en qué grado un objeto es reutilizable.

Por lo tanto, se puede argumentar que la reusabilidad (Sicilia y García, 2003) es la característica esencial más importante de los objetos de aprendizaje. Sin embargo, puesto que la reusabilidad se refiere a situaciones anticipadas y usos futuros, es difícil de medir. Esto exige que la especificación de los contextos posibles de uso determine el grado de reusabilidad del objeto de aprendizaje y que la reusabilidad total se pueda definir como el grado resultante de suficiencia para cada uno de los contextos posibles especificados.

La reusabilidad no es única sino que depende del contexto. Por lo tanto, no es simple ni unidimensional. La reusabilidad de un objeto de aprendizaje también debe ir referida a las distintas características que lo definen y así hablaremos por ejemplo de secuenciabilidad.

Se acepta comúnmente que el diseño de los objetos de aprendizaje implica básicamente tres disciplinas: diseño instruccional, informática y bibliotecnología.

El diseño instruccional, tal como se entiende a través de ADL-SCORM, permite definir los *objetivos educativos* que rigen la creación de los objetos de aprendizaje. La informática, la telemática,... las tecnologías digitales en definitiva, como es obvio, constituyen la base operativa desde la que se construyen este tipo de recursos; apoyándose para ello en la filosofía de la programación orientada a objetos, poniendo especial énfasis en aspectos como compartir, heredar e integrar recursos para atender diferentes objetivos. Finalmente, la bibliotecnología y las ciencias de la documentación proveen métodos y teorías de catalogación para el acceso, la clasificación, el almacenamiento y la búsqueda de recursos.

No obstante, como señalamos al principio, el objetivo central de los objetos de aprendizaje consiste en alcanzar la posibilidad de que los alumnos y los docentes puedan adaptar los recursos formativos en concordancia con sus objetivos de formación y de aprendizaje, intereses, necesidades y estilos de aprendizaje y de enseñanza.

Tal como lo entienden los teóricos de los objetos de aprendizaje *reutilizables*, el reto al que se enfrentan las empresas y centros de formación e investigación que se dedican al *Elearning* empresarial, y posiblemente otros centros que lo utilicen, con relación a los propios objetos de aprendizaje, a los repositorios que los almacenarán y a las herramientas que los procesan, es no solamente brindar la posibilidad de encontrar *contenidos de aprendizaje* (entiéndase programas formativos), sino *contextos significativos y relevantes*, para los estudiantes, donde ubicar los contenidos elaborados (Longmire, 2002).

2.2.4 Diseño instruccional tecnológico (*Learnig design*)

En este complejo mundo se han desarrollado dos áreas para abordar el problema: la de los estándares de intercambio de datos (SCORM) y la del diseño instruccional tecnológico, es decir el desarrollo de especificaciones que sobre la base de una supuesta excelencia pedagógica permita a los desarrolladores de software elaborar aplicaciones educativas de calidad.

La forma que proponen y habilitan los técnicos y teóricos del Elearning para resolver el problema del intercambio de datos son los estándares de Elearning: Protocolos que contienen las especificaciones para dotar de flexibilidad a las propuestas de teleformación para su transferencia, tanto en el formato de los materiales y su estructura, así como en la conformación de las infraestructuras (herramientas informáticas y telemáticas). Y que está dando resultados en los aspectos tecnológico y documental. Particularmente SCORM.

Según esta idea los estándares han iniciado el camino hacia una forma cómoda y viable de empaquetar los recursos y contenidos, tanto para los estudiantes que cambian de sistema, para los docentes que utilizan en distintos contextos estos materiales, como para los desarrolladores que tienen que construir nuevas herramientas y mejorar las vigentes.

A esto se le une en el rubro del “haber” el que los productos que eventualmente se adhieran a estos estándares se les asegura que no quedarán obsoletos a corto o a medio plazo. De esta forma se protegen las inversiones realizadas. La economía también se produce en el terreno del conocimiento. Así se prevé en los medios del Elearning empresarial. Los estándares comunes para los metadata de los materiales, el empaquetamiento y secuencia de los recursos, la interoperabilidad de herramientas, ahorran inversión en aprendizajes adicionales y esfuerzos de diseño docente.

En este rubro, el de los logros, también se quiere introducir la elaboración, justificación y definición de especificaciones que permitan diseñar soportes digitales de aplicaciones educativas (Units of Learning, UoL).

La elaboración, justificación y definición de especificaciones que permitan diseñar aplicaciones educativas, está liderado por una corporación de la industria del Elearning, IMS Global Learning Consortium.

Griffiths et al. (2005) explican perfectamente en esencia qué son y cómo funcionan las especificaciones didácticas:

En 1997 la Open University of the Netherlands (OUNL) decidió convertir todos sus cursos en cursos on-line. Los cursos existentes empleaban una variedad de enfoques pedagógicos. La Universidad los clasificó y empezó a implementar unas plantillas representativas para intentar dar soporte a todas estas categorías pedagógicas. Rápidamente se constató que todos los profesores tenían su propia visión pedagógica, y que necesitaban casi tantas plantillas como profesores. Por otro lado, aunque había muchas descripciones pedagógicas de los cursos, en la práctica todas consistían en combinaciones de tres elementos básicos: recursos educativos, múltiples personas actuando en varios roles, y actividades pedagógicas. El EML (Educational Modelling Language), introducido por la OUNL, permite definir estos tres elementos y así especificar la estructura de una Unit of Learning, UoL, mediante un documento XML [...]

IMS, consciente de las limitaciones pedagógicas de las especificaciones existentes, empezó el proceso de desarrollo de una especificación para la definición de aspectos pedagógicos, pero ya que EML existía y funcionaba decidieron adaptarlo en lugar de crear una especificación totalmente nueva. El resultado es una nueva especificación, IMS Learning Design. Aunque presenta cambios importantes de estructura y enfoque, sus conceptos básicos y capacidades son muy similares a los de EML.

[...] los aspectos importantes de IMS Learning Design son los siguientes:

- ofrece soporte para múltiples alumnos, y contempla la comunicación entre ellos*
- representa el papel de profesor*
- permite combinar recursos educativos con actividades pedagógicas, y con las interacciones entre personas en diferentes roles.*

Estas capacidades facilitan que el diseñador de las UoL pueda definir, por ejemplo, actividades de aprendizaje basado en problem-based Learning (enseñanza basada en problemas).

Las especificaciones que el presumible y deseable, según los autores, estándar IMS-Global Consortium (IMS-GC) ofrece sobre otras alternativas están en que IMS ofrece exclusivamente las herramientas de ejecución necesarias para implementar los más variados principios pedagógicos. La cuestión radica en que IMS-GC, en un proceso previo, ya había subsumido el proceso de decantación de estos principios en una fase anterior e interna, sin sometimiento a otras condiciones o contextos formativos: El lenguaje fue desarrollado originalmente en la Universidad Abierta de los Países Bajos (OUNL), después de un examen y de una comparación extensos de una amplia gama de itinerarios pedagógicos y sus actividades de aprendizaje asociadas, y de refinamientos sucesivos del lenguaje tendentes a obtener un buen equilibrio entre la generalidad y la expresividad pedagógica.

En general el procedimiento es claro: Obtener una información supuestamente basada en principios de calidad pedagógica, en algunos casos pero no siempre ni lo más frecuente, y en la mayor parte de las veces a partir de un conocimiento experto, estudio de casos, etc. pero casi nunca en desarrollos completos de teorías o de principios generales de intervención psicopedagógica (la psicología del aprendizaje en principio y en cualquier circunstancia debería establecer sistemas inductivos/deductivos y en general debería definir estructuras sistémicas que describieran cómo se producen los aprendizajes diferenciándolos, y relacionando contenidos, condiciones y métodos, y no operar exclusivamente en principios o en procedimientos acabados), y a continuación aplicarlos directamente en la fase de diseño y desarrollo de productos tecnológicos y en técnicas de programación. Obteniendo productos orientados en una dirección: que cada vez sean más autónomos de lo que es una intervención docente directa.

Esta forma de operar a veces tiene éxitos, como es el caso de las pautas para la accesibilidad, es decir en obtener las especificaciones para un diseño instruccional accesible.

Sin embargo, en el rubro del “debe”, de las expectativas no satisfechas, se constatan varios hechos: este propósito se hace difícilmente compatible con los principios de la secuenciación de contenidos y con las leyes que rigen el entramado cognitivo que existe en los aprendices y permite la incorporación de conocimientos, como ya vimos con anterioridad (Zapata, 2005). Y en particular, como planteamos ahora, con los elementos de singularidad cognitiva de los estudiantes acerca de cómo perciben y de cómo se representan el conocimiento, las habilidades o competencias metacognitivas y los estilos y estrategias cognitivas.

La proliferación de plataformas y otras herramientas de ayuda a la enseñanza y el aprendizaje en redes, así como el propio volumen de las actividades de esta naturaleza, han dado lugar a un complejo mundo tecnológico que junto con otros conceptos se aloja bajo el término de *Elearning*. Hay otras acepciones. Dentro de este mundo ha cobrado especial relevancia el problema de los estándares para el intercambio de datos y la reusabilidad de contenidos (objetos de aprendizaje). La definición de los estándares tiene unos objetivos computacionales, otros objetivos de proceso de la información (metadata) y sobre todo tiene unos objetivos de inserción pedagógica de esos contenidos en contextos diferentes (diseño instruccional tecnológico), que tienen especial relevancia por la dificultad que ha encontrado para su progreso.

El problema pues de la industria del *Elearning* se centra en la ausencia de unas metodologías psicopedagógicas comunes y consensuadas que garanticen estos objetivos.

Las ventajas que señalábamos al principio y que se encuentran en la base del desarrollo de los objetos de aprendizaje no lo son solo en el área de la economía de recursos, o en la de la administración computacional de recursos. La economía también se produce en el terreno del conocimiento. Así se prevé en los medios del *Elearning* empresarial. Los estándares comunes para los *metadata* de los materiales, el empaquetamiento y secuencia de los recursos, la

interoperabilidad de herramientas, ahorran inversión en aprendizajes adicionales y esfuerzos de diseño docente.

De forma sintética decíamos que el diseño instruccional clásico (el diseño educativo) establece los enlaces entre las intenciones y los objetivos educativos a través de las actividades secuenciadas adecuadamente y los recursos. Los recursos organizados en objetos pueden ser utilizados pues con intenciones y en contextos distintos, con progresión lineal en espiral, etc.

Pero en psicoeducación existe el diseño instruccional, con valor y sentido propio, que refleja la necesidad de organizar la intervención formativa a la luz de criterios teóricos, que a su vez son la abstracción de experiencias en un quehacer por sistematizar conocimientos y experiencias como sucede en cualquier otro dominio científico.

Dado que a veces se utiliza la expresión “diseño educativo”, y para no contradecirnos, utilizaremos preferentemente la expresión diseño instruccional, o diseño de la instrucción, aunque eventualmente la aceptaremos como sinónimo de diseño educativo. Esto mismo se hace por ejemplo cuando en la traducción del libro ya clásico de Reigeluth (Reigeluth, 1999) se titula “Diseño de la Instrucción...” Aunque bien pronto, desde el capítulo 1 o capítulo base, se titula “¿En qué consiste la teoría del diseño educativo...?”

Veremos pues las distintas acepciones de estos términos y la evolución del diseño instruccional (DI), los modelos y las teorías de aprendizaje que lo apoyan, y su proyección e influencia sobre la creación de programas de formación de aprendizaje electrónico (Elearning), y de productos de Elearning, como ya hemos visto.

En la línea de Reigeluth creemos que es fundamental reconocer el modelo teórico instruccional que subyace a la creación o en el diseño del programa de formación, para adaptar el DI más adecuado a los objetivos de aprendizaje. De ahí parte la preocupación del diseñador instruccional, pues necesita identificar las herramientas teóricas para traducir sus materiales a cursos en línea en congruencia con un modelo de DI más efectivo que permita al alumno lograr los objetivos de aprendizaje planteados.

Según Reigeluth (1999), las principales características del diseño instruccional como teoría son (como hemos visto):

- Está orientado hacia el diseño, concentrado en los medios que permitan la obtención de los objetivos de aprendizaje y desarrollo. El ser orientado al diseño resulta práctico y útil para los educadores para mostrar cómo pueden lograr sus metas u objetivos de aprendizaje.
- Es prescriptivo, es decir, ofrece las pautas para realizar las acciones que nos conduzcan hacia el logro de ciertos resultados.
- Deben identificar métodos de instrucción y situaciones en las que se puedan utilizar estos métodos. Ambos componentes son necesarios para toda teoría instruccional y esto indica que los métodos son situacionales, no universales en aplicación.

- Los métodos de instrucción se pueden dividir en componentes más detallados que proporcionen más pautas para los educadores. Estas partes pueden componerse de métodos más pequeños. La implicación del método es que tiene diferentes tipos de características. Los resultados dependen de la situación. El criterio puede proveerlo el método. El nivel de las orientaciones depende de su complejidad y puede variar.
- Los métodos se consideran más probabilísticos que determinísticos pues incrementan las posibilidades de lograr las metas. Una meta desde el punto de la teoría de diseño instruccional es obtener mayores posibilidades para propiciar que los resultados deseados ocurran.
- Una meta de la teoría de diseño instruccional tiene un valor o una filosofía que lo soporta. Los valores son primordiales al decidir que vías se han de seleccionar en cuanto al método para obtener esas metas.

2.2.5 Antecedentes del diseño instruccional

En la tabla siguiente establecemos relaciones entre teorías, y elementos que las constituyen, como referencias del diseño educativo en ese momento y en épocas posteriores

Tabla 2.2.5 El diseño instruccional: Hechos, teorías, modelos

Hechos, teorías, modelos.	Época	Autores	Referencia
Precedentes en el modelo aristotélico y en el <i>método socrático</i> de organizar la actividad educativa, y en las teorías sobre el origen de las ideas y la memoria	470-399 adC Sócrates. 427 adC/428 adC – 347 adC Platón. 384 adC - 322 adC Aristóteles	Sócrates Aristóteles y Platón	Douglas Leigh
Teorías escolásticas sobre el origen de las ideas y la memoria	siglo XIII	Tomás de Aquino	Douglas Leigh ⁶
Conexión entre aprendizaje y práctica: Orígenes de las propuestas metodológicas basadas en la resolución de problemas	1899	Dewey	
Enseñanza programada (uso programado de materiales instruccionales)	1954	B.F. Skinner	
Construcción de una taxonomía para definir objetivos de aprendizaje	1956	Bloom	

Cómo deben definirse los objetivos instruccionales	1957	Mager	
Teoría de los eventos instruccionales	1965	Gagné, Robert	Aura Luz Duffé Montalván
Introduce la expresión <i>hipertexto</i>	1965	Ted Nelson	
Diferencia entre la evaluación formativa y la evaluación sumativa de los materiales de formación	1967	Michael Scriven	
Surge la primera iniciativa para desarrollar los estándares instruccionales de cursos en línea (CBT, Computer Based Training)	1988	Aviation Industry Committee (AICC)	
Tim Berners desarrolla el espacio virtual de Internet conocido como World Wide Web (<i>la Web</i> o <i>WWW</i>)	1990	Tim Berners Lee del CERN	
IEEE formula los estándares técnicos para los sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) que permiten realizar exámenes y actividades en línea, así como prácticas recomendadas y dar pautas. El estándar se conoce como LOM (Learning Object Metadata), para el aprendizaje sustentado en la tecnología (IEEE, 2002)	1990	IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC)	
Reigeluth describe en el artículo "The Imperative for Systemic Change" los cambios de paradigma para la educación basada en medios digitales.	1992	Reigeluth	Instructional Technology Global Resource Network
Nace el estándar SCORM para el desarrollo de cursos en línea y evaluación de aprendizajes.	1999	ADL (Advanced Distributed Learning)	

Como vemos, existe pues en la formulación de modelos de diseño instruccional –como organización de intervención educativa fundada en principios del aprendizaje– una línea continua que arranca en los modelos socráticos y que llega hasta el diseño instruccional tecnológico.

2.3. Los patrones de Elearning

El concepto de patrón en el *Elearning* hace referencia a una técnica y a un lenguaje que permite resumir y comunicar la experiencia acumulada en la enseñanza-aprendizaje por medios telemáticos. Un patrón puede entenderse como una plantilla, guía, directriz o norma de diseño. Los patrones pueden considerarse desde la perspectiva pedagógica o de diseño instruccional, o bien desde la perspectiva de los lenguajes y las técnicas informáticas que los soportan. Un patrón permite adquirir “buenas prácticas”, servir como referencia o insertarse en un sistema complejo de trabajo en el diseño instruccional. La compilación sistemática de estos patrones permite construir obras o bases de datos de referencia a las que los profesionales o investigadores pueden acudir para sus fines específicos.

Los patrones de diseño, como técnica y lenguaje, se originan en la obra del arquitecto Christopher Alexander. Se han adoptado en la ingeniería de software y ahora se aplican a otras esferas, como al diseño de la educación. Un patrón *describe un problema que ocurre una y otra vez en nuestro entorno y, a continuación, se describe el núcleo de la solución a ese problema, de tal manera que usted puede utilizar esta solución un millón de veces más, sin tener que hacerlo de la misma manera dos veces* "(Alexander, 1977).

Aunque semánticamente son diferentes, los autores utilizan indistintamente en las traducciones los términos *pauta* o *patrón*. Los patrones (pautas) están diseñados para obtener y procesar información de las mejores prácticas en un determinado dominio. En realidad los patrones pedagógicos tratan de obtener el conocimiento de expertos en la práctica de la enseñanza y el aprendizaje. La intención es captar la esencia de la práctica en una forma resumida y transmisible, de manera que pueda ser fácilmente comunicada a los que necesitan de los conocimientos. También se trata de la presentación de esta información en una forma accesible y coherente, de modo que se evite que cada nuevo instructor tenga que reaprender lo que ya se conoce por profesores de alto nivel y que la transferencia de conocimiento de la enseñanza dentro de la comunidad sea fácil.

Igualmente, y siguiendo con entornos de enseñanza y aprendizaje, un patrón de diseño pedagógico puede definirse como: “un instrumento que pretende capturar la esencia de la práctica educativa de forma compacta de tal forma que se pueda distribuir a aquellos que necesitan adquirir nuevas competencias. Presentar la información o la solución de forma coherente y accesible marca la diferencia entre aprender desde cero los conocimientos transmitidos por un experto o que el conocimiento se transfiera de forma sencilla entre los miembros de la comunidad de aprendizaje” (Bergin, 2005)

Así, pues, en esencia un patrón resuelve un problema. Este problema debe ser un problema del tipo de los que se repiten de forma similar en distintos contextos. En el ámbito de la práctica de la enseñanza tenemos muchos ejemplos de este tipo, como son los que tienen que ver con la motivación de los estudiantes, la elección de los materiales y la secuencia de los contenidos, la evaluación de los estudiantes, y otras cosas por el estilo.

Estos problemas se repiten y lo hacen de forma ligeramente diferente cada vez. De manera que en cada caso que aparece un problema de este tipo lleva aparejadas consideraciones que hay que tener en cuenta a la hora de tomar la decisión en la selección de la solución. Son datos que han influido en los expertos a tomar una u otra determinación. Son pues las consideraciones que se deberían tener en cuenta y que deberían influir igualmente en nuestra elección de la solución. Esta información es fundamental pues es la que en un caso normal nos empuja hacia la solución o nos alejan de cualquier solución al problema.

Un patrón se supone pues que presenta un problema y una solución. O un problema con el criterio de la solución. Es decir, el problema junto con los criterios que deben aplicarse para hacer que la solución sea la más beneficiosa para el problema planteado.

El diseño de patrones es una técnica y como tal se ha desarrollado un procedimiento y un lenguaje. En diseño de patrones, un lenguaje es un método estructurado para describir una serie de buenas prácticas de diseño en un área particular. Se caracteriza por:

1. Analizar, descubrir y nombrar de forma singular los problemas más comunes en el campo de interés.
2. Analizar lo que hacen los expertos y describir las características principales de las soluciones efectivas del problema planteado para llegar al objetivo marcado.
3. Establecer relaciones entre los patrones que ayuden al diseñador a moverse de un problema a otro de una forma lógica.
4. Establecer redes de relaciones que permitan diferentes itinerarios en un mismo proceso de diseño.

Los lenguajes de patrón se utilizan pues para expresar de manera formal los valores de decisiones cuya efectividad resulta obvia para el experto, pero que es difícil de documentar y transferir a los novatos. También permiten de forma eficaz estructurar el conocimiento y hacer comprensibles sistemas complejos sin caer en la simplificación extrema o trivialización.

Las técnicas de patrones son aún incipientes, sobre todo utilizados para elaborar especificaciones pedagógicas dentro del diseño instruccional.

2.3.1 Patrones y Objetos de Aprendizaje

Un patrón puede relacionarse con una colección o con una clase de objetos de aprendizaje y entonces puede ser, por un lado, la parte común de los objetos con la información para aplicarse a diversas situaciones de aprendizaje y, por otro lado, también puede adaptarse a nuevas situaciones (adaptabilidad y reusabilidad) modificando su contenido específico.

Para ello el proceso de construcción de objetos de aprendizaje debería contemplar al menos (Jones y Stewart, 1999):

- Identificación y especificación de patrones de objetos de aprendizaje que capturan una secuencia de actividades genéricas para el desarrollo de una competencia, aprendizaje específico o una actividad de aprendizaje.
- Concretar los patrones de aprendizaje: selección de disciplinas, temática, contextos específicos y contenidos multimedia, etc.
- Aplicar los patrones para parametrizar los objetos de aprendizaje, especificación del diseño funcional y multimedia de los mismos y por último su implementación.
- Creación de repositorios de principios de diseño instruccional representados mediante patrones, enlazando con criterios o variables que permitan diferenciar entre los diversos patrones de diseño.

Por otro lado los patrones pueden utilizarse en la práctica y en el diseño de entornos de aprendizaje virtual, en la enseñanza y en la organización. La inclusión del Elearning en las instituciones supone afrontar numerosos cambios, tanto a nivel organizacional como a nivel del proceso de enseñanza. Algunos de los problemas que pueden surgir (Jones et al, 1999) y que pueden afrontarse con patrones son:

- Roles multidisciplinares. Uno de los problemas que pueden surgir es la falta de entendimiento entre los distintos roles que intervienen en el proceso de diseño instruccional.
- Inclusión de tecnologías y nuevos procesos de enseñanza. Las nuevas metodologías docentes difieren notablemente de la tradicional, la enseñanza presencial y los métodos pedagógicos. Se precisa socializar la experiencia educativa y docente de una forma rápida y eficaz.

En la Central Queensland University (Australia), Jones y Stewart han desarrollado un marco de implementación y catalogación de patrones para mejorar las prácticas educativas en entornos virtuales. En él han realizado proyectos relacionados con los patrones aplicados a los procesos de aprendizaje virtual con el fin de solventar entre otros los problemas señalados. La alternativa que proponen se basa en 5 líneas:

- Minería de Patrones. Análisis de las experiencias multidisciplinares para recopilar mejores prácticas y experiencias.
- Especificación de los patrones. Extracción y análisis de las soluciones aportaciones a problemas que se hayan dado en la institución.
- Catálogo de patrones. Los patrones desarrollados se hacen accesibles de forma sistemática y organizada mediante un catálogo de patrones y se integran con sistemas de búsqueda y acceso a la información por temas, disciplinas, etc.

- Creación de plantillas. Los patrones seleccionados se integran con los Sistemas de Aprendizaje a través de plantillas.
- Evaluación de los patrones. Se realiza una evaluación al proceso completo de elaboración de los patrones, con retroalimentación progresiva.

La figura 2.1. muestra los procesos y flujo del proceso en la aplicación de patrones en programas de Elearning.

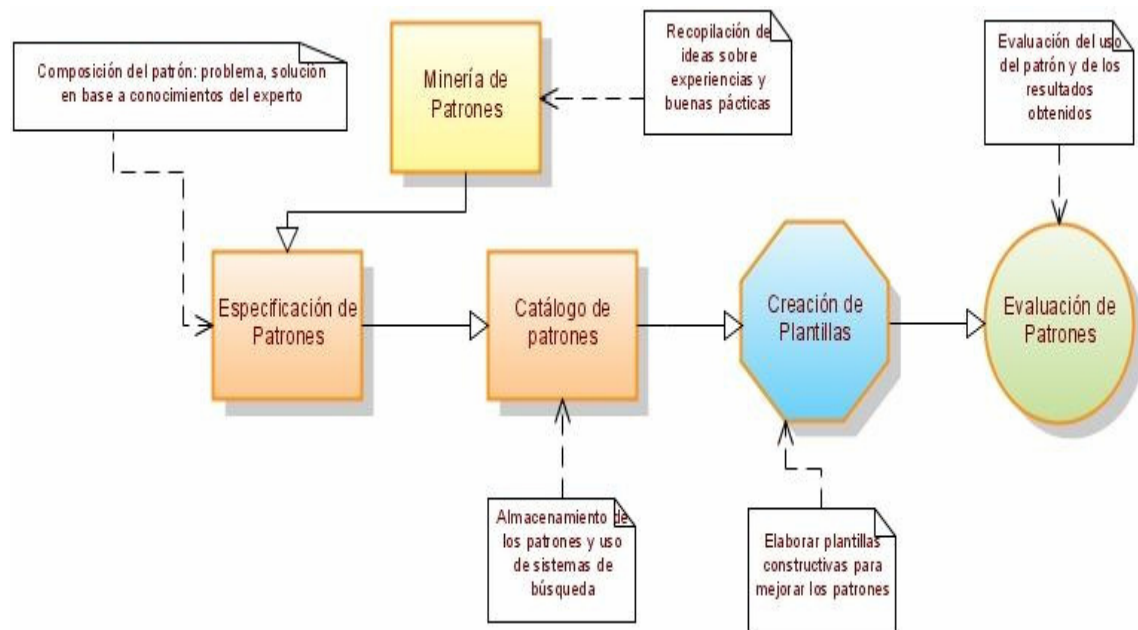


Figura 2.1. Desarrollo y uso de patrones on-line (Jones D. et al.)

2.4 Generative learning objects (GLOs)

Un objeto de aprendizaje generativo (GLO) puede definirse como "Un diseño instruccional ejecutable y articulado que produce una clase de objetos de aprendizaje" (CETL, 2007).

El concepto de clase de objeto de aprendizaje es básico para la comprensión del concepto de GLO. Hace referencia a un conjunto de objetos de aprendizaje que lo tienen todo en común excepto a lo más unos valores de adaptación o de contextualización, asignables a unos parámetros definidos o decididos por el usuario. Está vinculado y relacionado directamente con varios conceptos:

- Las conchas (*Shells*) de la teoría transaccional de Merrill.
- Los tipos de objetos de aprendizaje generativos, de la taxonomía de Wiley.

- Y sobre todo con las agrupaciones de habilidades, a los que se hace referencia en las teorías de Simplificación de Condiciones, y las teorías de Modelos de trabajo de síntesis, *Work Model Synthesis* (Gibbons, et al., 1995), del dominio, *Domain Theory* (Bunderson, Newby y Wiley, 2000), y el Modelo de diseño instruccional de cuatro componentes, *Four-Component Instructional Design model* (van Merriënboer, 1997).

La representación en un GLO se articula en dos formas distintas:

- La primera forma se refiere a la comprensión humana: Un GLO articula y hace explícitas las decisiones (normalmente implícitas), en el diseño para el aprendizaje, de los individuos que participan como usuarios (alumnos) y como diseñadores. Para ello, utiliza una forma de representación conceptual (que no lingüística) tomada y adaptada desde los principios de la lingüística generativa.
- La segunda forma de articulación es hacer explícitas estas decisiones en un formato o código que puede ser ejecutado por un programa informático para producir objetos de aprendizaje basados en el diseño.

En la práctica de CETL, los diseños pedagógicos están constituidos como "plugins" de patrones de una herramienta ad hoc: *GLO Authoring*. Los patrones están generados explícitamente por esta herramienta. Lo que tiene de general el GLO es que se pueden crear objetos de aprendizaje específicos basados en el modelo elegido. Cada uno de estos objetos de aprendizaje desarrollados de esta manera se puede utilizar para fines de tutores locales (o de estudiantes en autoaprendizaje), utilizando la misma herramienta, para adaptar los recursos a sus necesidades y preferencias.

Para implementar esta alternativa en el CETL han desarrollado una herramienta de autor —GLO Maker (CETL, 2007) — que permite crear objetos de aprendizaje a partir de una serie de patrones pedagógicos.

Como conclusión de esta experiencia y de la literatura desarrollada podemos obtener como resumen que los Objetos de Aprendizaje Generativos son menos dependientes del contexto, permiten variar los parámetros del objeto adaptándose para cada colectivo de alumnos destinatario de la formación, individualmente, para cada programa formativo y para cada institución, pero sobre todo para las intenciones educativas formuladas para el programa de que se trate.

Si entendemos como reusabilidad el potencial de usar en contextos diferentes cada LO y como generatividad el número de parámetros por los valores posibles podemos establecer en tendencia cualitativa la covariación entre ambas características de la forma siguiente, en función de lo estudiado (se trata de grafismos conceptuales, sin significación cuantitativa ni proporcional).

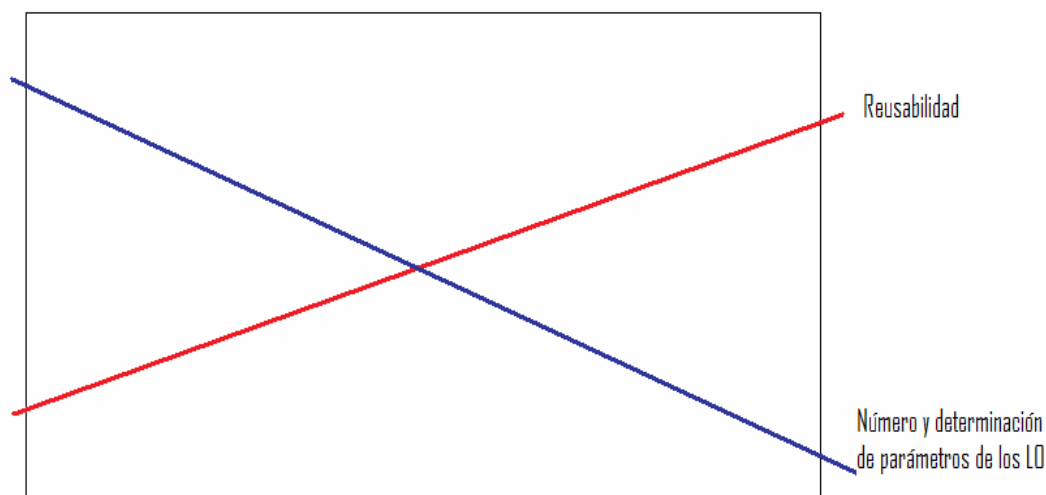


Figura 2.2. Relación entre reusabilidad y número de parámetros

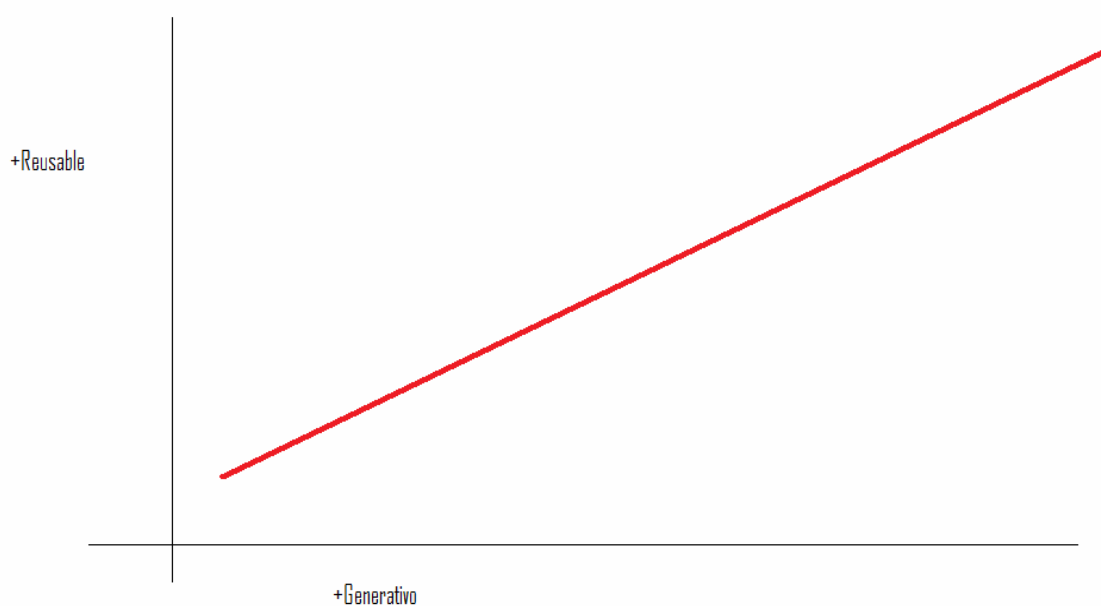


Figura 2.3. Relación entre generatividad y reusabilidad

Con la fig. 2.3. queremos significar que la *generatividad* —entre otras cosas— aumenta la cantidad de situaciones en las que se puede utilizar un mismo objeto, haciéndolo menos dependiente del contexto. La *generatividad* es así pues un rasgo de los LO que se puede relacionar fácilmente con el carácter adaptativo relativo a los modelos de secuenciación tal como lo establecen Reigeluth (2008) y Wiley (2000) en relación con ámbito de aplicación (*scope*) y los agrupamientos de habilidades.

2.5. Técnicas clásicas de secuenciación de contenidos de aprendizaje

En lo que sigue abordaremos las tres técnicas y teorías clásicas que tratan el problema y la justificación teórica de la secuenciación de los contenidos de aprendizaje (Análisis de Contenidos, Análisis de la Tarea y Teoría de la Elaboración), así como una introducción y una reflexión general sobre el sentido y la relevancia de la cuestión en el contexto del diseño instruccional. Para ello hemos tenido en cuenta los trabajos de Ausubel (1968; 1976; 1978; Ausubel, Novak y Hanesian, 1983) sobre la Teoría clásica de Análisis de Contenidos, de Gagné y Briggs (Gagné, 1962; 1964; 1965; 1968; 1970; 1971; 1975; 1979; 1983; 1986; 1992) y Gagné y Briggs (1976; 79; 86) sobre la teoría clásica de Análisis de la Tarea y los de Reigeluth sobre la Teoría de la Elaboración en su formulación inicial (Reigeluth, 1992; Reigeluth, 1993) (Reigeluth y Darwazeh, 1982), aunque posteriormente habría, y hay, otras derivaciones y elaboraciones incluso más relevantes, eficientes y aplicables que la primera al ámbito del ID. Igualmente se ha tenido en cuenta la importancia atribuida a estas teorías y las técnicas en el diseño educativo por autores de nuestro entorno más próximo como César Coll (Coll, 1987; 1989; 1990; 1991), Pozo (1987, 1990; Coll et al., 1994), Del Carmen (1989; 1996) y Zabala (1989; 1993; 1998; 1999) sobre todo. Y por último el esfuerzo de sistematización por parte de autores y editores de las Publicaciones del Secretariado de la Escuela Cristiana, Barcelona sobre el currículo escolar (S.E.C.C., 1989; 1990a; 1990b).

2.5.1 Aspectos generales y comunes a las técnicas de secuenciación de contenidos

A continuación tratamos la justificación que tiene la secuenciación desde el punto de vista de los procesos de aprendizaje como paso previo a abordar las teorías clásicas de secuenciación, así como los presupuestos en que se basa y los objetivos de la secuenciación

2.5.1.1 Contenidos y secuenciación

La organización y la secuenciación de los contenidos de enseñanza constituyen el punto neurálgico del itinerario que nos conducirá a diseñar los procesos de aprendizaje. Y ello porque responden a tres requisitos de los contenidos que son el que su organización...

- responda las necesidades específicas de los alumnos en un determinado contexto,
- sea coherente con las opciones que confieren carácter propio a la institución que las organiza o al programa formativo, o al centro,
- en su caso incluya los elementos preceptivos del currículo establecido por la administración educativa para el programa formativo.

Por eso, es preciso señalar que los diversos componentes del Currículo (fundamentos, objetivos, contenidos, evaluación y recursos), que habitualmente se tratan por separado, están interrelacionados. De manera que en la práctica tanto de la planificación como en la propia intervención formativa y en la evaluación tendremos que ir revisando de forma recurrente lo que vamos haciendo, los resultados obtenidos comparándolos con los objetivos previstos y efectuar las mejoras convenientes. Tanto es así, que a medida que avancemos en el estudio de cada uno de ellos tendremos que echar la vista atrás para enriquecer y perfilar las formulaciones hechas previamente. Y esto afecta también a la selección y a la secuenciación de contenidos. Como veremos, la mayor parte de las veces estos procesos están incluidos en las técnicas que describimos a continuación.

Por último cabe decir que las consideraciones incluidas en este trabajo tienen una relación muy estrecha, o son las mismas, que las que se pueden utilizar para la selección, organización y distribución de los contenidos de enseñanza por ciclos más amplios que los que corresponden a un módulo formativo, o a cualquiera de las unidades curriculares con las que se trabaje en un programa de los que habitualmente impartimos. Lo que sucede es que, por razones fáciles de comprender, esta tarea corresponde a otras instancias y a otros niveles de decisión.

2.5.1.2 Presupuestos básicos de la secuenciación de contenidos.

Plantear la cuestión de la organización y secuenciación de los contenidos de enseñanza implica tener presentes unos cuantos “presupuestos básicos” que determinarán muchas de nuestras opciones. Recordémoslo rápidamente.

Primero.

Los objetivos generales establecidos para cada nivel de planificación, acordados previamente, tendrán que incidir en la acción formativa para cada nivel inferior de planificación a través de los objetivos generales establecidos para ese nivel y para los contenidos de ese nivel.
--

De esta forma, por ejemplo, los objetivos generales establecidos para un programa formativo acordados previamente tendrán que incidir en la acción educativa a través de los objetivos generales de los distintos cursos y en los contenidos establecidos para el curso, de igual forma estos objetivos, los objetivos generales del curso, incidirán en los objetivos generales de las distintas materias o áreas del currículo y de los contenidos de enseñanza (conceptuales, procedimentales y actitudinales).

Si tenemos en cuenta los conceptos y los elementos de teoría que fundamentan el diseño curricular y sus bases (S.E.C.C., 1989) (Coll, 1989) (Coll, 1990) (Coll, 1989) (Coll, 1990b) (Coll, 1991) (Coll, Pozo, Sarabia y Valls, 1994) (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983) veremos que, aunque la progresión en los contenidos, bien sea por áreas, cursos, programas o niveles frecuentemente el profesor la programa de forma lineal, en proporción a la cantidad de información o de conocimientos que quiere suministrar o que desea que el alumno adquiera, el profesor avezado en el diseño instruccional o el que de forma más o menos

intuitiva o implícita tiene en cuenta los requerimientos y situaciones de aprendizaje del alumno no lo hace única ni necesariamente así. Admite otras posibilidades.

Para empezar acepta que la progresión no depende de una sola variable: la cantidad de contenidos, a repartir en distintas unidades de tiempo, ni tampoco exclusivamente de la naturaleza de los contenidos (igual tiempo para todas las unidades temáticas), sino obedeciendo a multiplicidad de criterios.

Así la progresión puede ser efectivamente obedeciendo solo a criterios de secuenciación propia de los contenidos y de su complejidad temática o de su estructura lógica. A esto se llama progresión lineal. Por ejemplo en Matemáticas de Secundaria podemos tratar en primer curso los números naturales, en segundo los enteros, en tercero los racionales y en cuarto los reales), o de la naturaleza de estos por áreas de conocimiento: En primero el álgebra, en segundo la geometría, etc..

Pero también se puede progresar siguiendo otros criterios, otros modelos o sistemas de avance: Progresión en espiral (por círculos concéntricos y en cada uno aumentar la intensidad, el detalle o la profundidad de los conceptos y procedimientos), recurrente (partiendo del objetivo formativo y remitiendo a conceptos progresivamente más sencillos hasta llegar a los más sencillos y desde ellos deshacer el camino, de forma similar a como se hace en los algoritmos de programación recursiva), basado en resolución de problemas (donde la progresión viene impuesta por la resolución de un problema prototípico), etc.

También se puede tener en cuenta cualquier otro eje que globalice y de sentido a los contenidos (epítome).

O bien sin necesidad de referenciar la secuencia o la progresión a criterios derivados de los propios contenidos sino teniendo en cuenta criterios de planificación curricular. Es decir atendiendo a los objetivos generales que se desglosan en objetivos parciales y que estos a su vez impliquen que el alumno incorpore los contenidos correspondientes.

Por tanto, el diseño de los procesos de aprendizaje en cada una de las unidades, áreas, módulos o niveles, tendrá que incluir tanto los contenidos de enseñanza como los objetivos educativos que se pretenden alcanzar en esa unidad, área, módulo o nivel.

Además, a riesgo de ser reiterativo no nos debe importar recordar con frecuencia que la secuenciación de los contenidos de enseñanza tiene que referirse a los tres tipos de contenidos:

- hechos, conceptos y principios
- procedimientos y algoritmos
- actitudes, valores y normas

Segundo.
En el alumno, en un caso óptimo, se van a desarrollar las capacidades y se van a incorporar los contenidos de aprendizaje establecidos para el nivel módulo o

materia correspondiente, pero también se van a desarrollar otras capacidades o conocimientos no previstos, o en la correspondiente etapa de desarrollo personal se deben desarrollar otros conocimientos que corresponden a esa etapa. Por tanto los objetivos generales de la unidad o nivel que estamos trabajando, vinculados a contenidos particulares de los tres tipos indicados, han de orientarse a la formación integral de todos los alumnos.

Por tanto, al programar el trabajo, y por tanto al seleccionar y secuenciar los contenidos, tenemos que referirnos a la adquisición de las capacidades cognitivas, psicomotrices, de equilibrio y de autonomía personal, de relación interpersonal y de inserción social, en el marco de los objetivos de la unidad correspondiente.

En efecto, el aprendizaje de los contenidos ha de considerarse como una aportación al pleno desarrollo de la personalidad del alumno. Por eso, los contenidos de enseñanza y los objetivos educativos tienen que abarcar más aspectos formativos que los que podrían derivarse de los planteamientos específicos que estamos considerando.

Tercero.

La aceptación de los principios del aprendizaje significativo comporta concebir los procesos de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de la construcción del conocimiento por parte del alumno.

Como veremos, este presupuesto incidirá de manera particular en la orientación de las decisiones referentes a los criterios que determinarán la secuenciación de los contenidos de enseñanza, la selección de las estrategias de aprendizaje y la elección de los materiales curriculares que convendrá poner a disposición de los alumnos.

Cuarto.

La concepción de la formación vigente y universalmente aceptada exige, como imperativo ético, que se diseñen procesos de enseñanza-aprendizaje adecuadamente diferenciados, con el fin de poder atender a la diversidad de capacidades e intereses de los alumnos.

En efecto, una formación que favorece “la atención a la diversidad” tiene que asegurar a todos los alumnos la adquisición de los contenidos básicos y promover al máximo el desarrollo de cada uno de ellos sin ningún tipo de discriminación.

Este presupuesto implica diferenciar adecuadamente lo que es básico e indispensable en el aprendizaje, y lo que es resultado de ampliación o de profundización y, por ello, sólo estará al alcance de algunos alumnos; además, las jerarquías de aprendizaje tendrán que contemplar la diversidad de puntos de partida de los alumnos y las modalidades específicas de acceder a la adquisición de los diversos tipos de contenidos.

Antes de iniciar la tarea de secuenciación de los contenidos de enseñanza convendrá que los equipos de profesores nos pongamos de acuerdo respecto a

estos presupuestos básicos. Si todos compartimos los mismos criterios respecto a los cuatro puntos enunciados, el trabajo en equipo será más fácil y eficaz.

2.5.1.3 Finalidad de la secuenciación de los contenidos de enseñanza.

La finalidad de la secuenciación es establecer una ordenación de los contenidos de enseñanza que asegure el enlace entre los objetivos educativos y las actividades de aprendizaje de los alumnos, de tal manera que la organización del trabajo formativo dé garantías suficientes para la consecución de las intenciones formativas propias del programa de formación, la comunidad educativa o de la institución.

Damos por supuesto que los contenidos de enseñanza de un área determinada son interdependientes, y que el orden en que son propuestos a los alumnos no es indiferente para el aprendizaje.

Trataremos tres técnicas de secuenciar los contenidos: La basada en el análisis de los contenidos, la basada en el análisis de la tarea y la teoría de la elaboración.

El intento de combinar las dos técnicas primeras ha dado lugar la teoría de la elaboración, muy recomendada en la bibliografía relativa a las reformas de sistemas educativos (S.E.C.C., 1989) (Reigeluth, 1983b) (Reigeluth, 1999) como pauta para la secuenciación del aprendizaje.

No obstante, antes de trazar de los criterios de secuenciación inherentes a la teoría de la elaboración interesa analizar por separado y valorar críticamente las aportaciones específicas de cada una de las dos técnicas citadas, con el fin de destacar algunos elementos que pueden ser útiles en la secuenciación de los contenidos de enseñanza.

2.5.2. La técnica de análisis de contenidos.

Esta teoría es inicialmente propuesta por Ausubel (1968). En el estadio más evolucionado el análisis de contenidos proporciona criterios de secuenciación que tienen en cuenta tanto la estructura interna de los contenidos de enseñanza como los procesos cognitivos que intervienen en el aprendizaje significativo.

Nadie pone en duda que el conocimiento de las estructuras internas del conocimiento ya elaborado facilita su comprensión y retención y favorece la continuidad de la enseñanza. Sin embargo, la estructura lógica del contenido, considerada como un punto de partida para la secuenciación de las actividades de aprendizaje, no es necesariamente lo mejor para facilitar los aprendizajes de los alumnos. Y esto por una razón: no podemos confundir la estructura formal interna de un conjunto de conocimientos y la estructura que conviene dar a este conjunto de conocimientos para que los alumnos puedan aprenderlo con relativa facilidad. Por ello, no será suficiente tener en cuenta las características de los contenidos del área o materia que hay que enseñar a los alumnos, sino que habrá que partir de la situación en que se encuentran respecto al aprendizaje de estos contenidos y a la forma en que construirán sus

conocimientos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, según la técnica de análisis de contenidos el proceso a seguir para secuenciar un conjunto de contenidos de enseñanza consta de tres pasos:

1. Descubrir y destacar los ejes vertebradores de los contenidos que deben enseñarse a los alumnos.
2. Descubrir y destacar los contenidos fundamentales y organizarlos en un esquema jerárquico y relacional.
3. Proceder a la secuenciación según los principios de la organización psicológica del conocimiento.

Según Novak y Gowin (1977) los principios que rigen la organización psicológica del conocimiento pueden resumirse de la manera siguiente:

1. Todos los alumnos pueden aprender significativamente un contenido a condición de que dispongan de conceptos relevantes e inclusores en su estructura cognoscitiva.
2. El contenido del aprendizaje debe ordenarse de tal manera que los conceptos generales e inclusivos -por lo tanto, los más importantes- se presenten al principio. Esto favorece la formación de conceptos inclusores en la estructura cognoscitiva de los alumnos que facilitan, posteriormente, el aprendizaje significativo de los otros elementos del contenido.
3. Con el fin de lograr una diferenciación progresiva del conocimiento del alumno -es decir, la incorporación a su estructura cognoscitiva de nuevos elementos que enriquecen y diversifican los inclusores iniciales-, así como una reconciliación integradora posterior -es decir, la coherencia del conjunto de conceptos de la estructura cognoscitiva-, las secuencias de aprendizaje tienen que ordenarse partiendo de los conceptos más generales y avanzando de forma progresiva hacia los conceptos más específicos.
4. Después de presentar los conceptos más generales e inclusivos del contenido, la introducción de los elementos posteriores debe hacerse mostrando tanto las relaciones que mantienen con los primeros como las relaciones que mantienen entre sí. Esta manera de proceder facilita la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora.
5. La presentación inicial de los conceptos más importantes, generales e inclusivos del contenido debe apoyarse en ejemplos concretos que los ilustren empíricamente.

A modo de síntesis cabe afirmar que la secuenciación de contenidos de enseñanza debe hacerse teniendo en cuenta tres criterios generales que orientarán la organización de los bloques de contenido para el proceso de aprendizaje de los alumnos:

- *Primer criterio:* La elaboración de secuencias de aprendizaje por

parte de los profesores supone considerar la estructura del contenido de enseñanza que hay que proponer a los alumnos y, a la vez, la manera como los alumnos construyen su propio conocimiento.

- *Segundo criterio:* Los contenidos seleccionados como fundamentales deben ser los que tienen mayor capacidad de inclusión, es decir, los que pueden integrar otros contenidos que los alumnos también tendrán que aprender; y cuantos más contenidos puedan integrar, mejor.
- *Tercer criterio:* En primer lugar hay que presentar los conceptos más generales e inclusivos, dejando para después los aspectos más concretos y los más irrelevantes.

Con estos criterios, siguiendo los tres pasos indicados más arriba, el análisis del contenido de enseñanza conduce a establecer unas jerarquías conceptuales que suponen una secuenciación descendente: comienzan por los contenidos más generales e inclusivos hasta llegar a los más específicos, pasando por contenidos intermedios.

Para la elaboración de secuencias de aprendizaje, en particular las que se refieren a contenidos de carácter conceptual, pueden ser útiles los llamados mapas de conceptos, los esquemas conceptuales, las representaciones en forma de árbol, los diagramas de Venn, etc.

Los defectos que podrían derivarse de la aparente rigidez de una secuenciación de este tipo se pueden evitar presentando de forma cíclica los diversos contenidos, con la finalidad de provocar la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora, poniendo de relieve las relaciones existentes entre ellos.

Se observará que este enfoque es perfectamente compatible con una interpretación constructivista del aprendizaje y de la intervención pedagógica, y que los principios enunciados pueden aplicarse indistintamente a bloques de contenidos más o menos amplios, de manera que son igualmente válidos en los diferentes momentos de concreción previstos en el diseño curricular.

Con todo, la presente reflexión del autor se ha centrado prioritariamente, y casi exclusivamente, en los contenidos de carácter conceptual. Y esto porque los criterios válidos para la secuenciación de contenidos se refieren sólo a las relaciones entre conceptos. Por otra parte, es bien sabido que no es posible reducir a conceptos todos los contenidos de enseñanza, y sólo intentarlo supondría un grave atentado al ineludible compromiso de promover la educación integral de los alumnos.

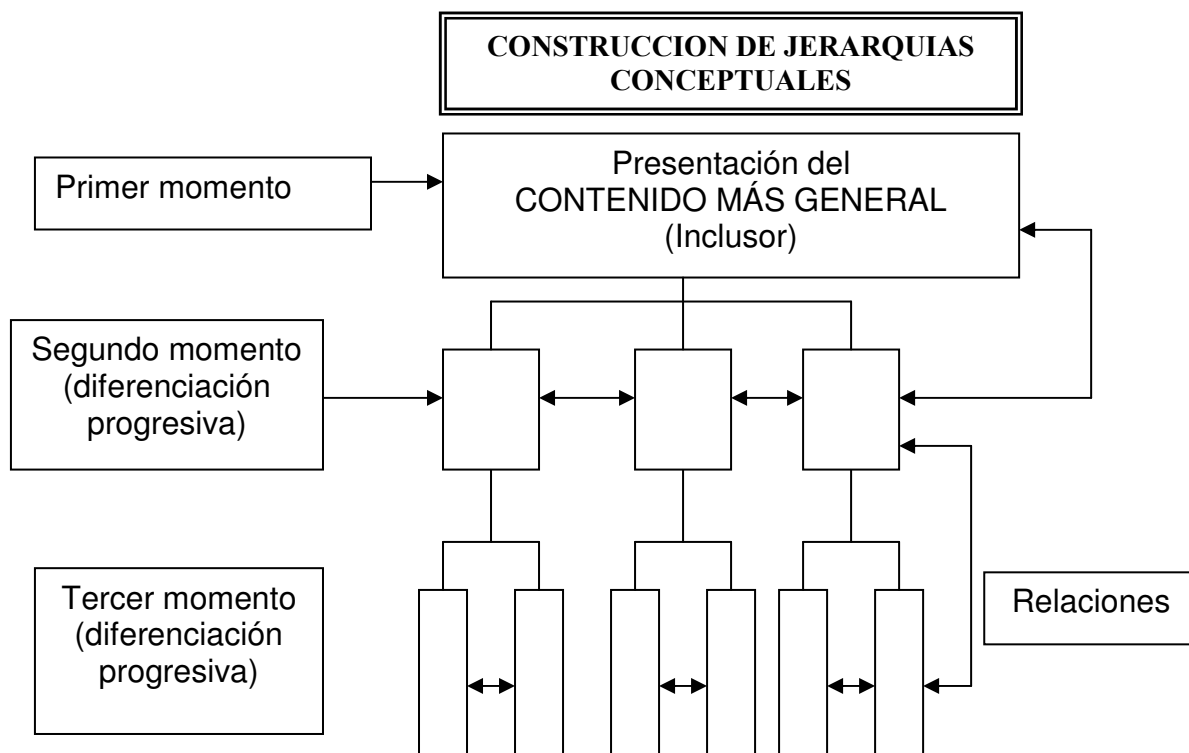


Figura 2.4. Análisis de contenidos. Construcción de jerarquías conceptuales

Esta teoría (Reigeluth, 1999 p.456) (Reigeluth, 1998) está igualmente en la base y en el origen de otras elaboraciones posteriores, como son algunas modalidades de la teoría de la elaboración de Reigeluth (Reigeluth y Kim, 1993 y 1995) (Reigeluth, 2008, p.7): Secuenciación temática y secuenciación en espiral (Reigeluth, 2008 p.7). Y sirve de base y de referencia igualmente al Método de Simplificación de Condiciones (Reigeluth, 1999, p.468-470). Referencias posteriores podemos encontrarlas en la reciente obra colectiva *In order to Learn* (Reigeluth, 2008, p.23.24).

Según algunos autores (Del Carmen, 1996) la escasa utilidad y aplicación de esta técnica se debe a que está orientado a la enseñanza de contenidos sólo conceptuales. Aunque probablemente tenga más que ver con la escasez de estudios que supongan una aplicación de estas estrategias a contenidos concretos.

2.5.3. La técnica de análisis de tareas.

La segunda de las teorías, debida a Robert Gagné, el análisis de tareas, parte de las destrezas ejecutivas que requiere un aprendizaje. De manera que, para el autor (Gagné, 1965; Gagné, 1970), la jerarquía de aprendizaje —al revés que el orden de la elaboración según esta técnica— ha de ser ascendente, desde las habilidades más básicas hasta los procedimientos más complejos que requieren un buen dominio de las anteriores (Del Carmen, 1996; Del Carmen, 1989).

Uno de los primeros autores en estudiar de forma amplia y sistemática el problema de la secuenciación ha sido Gagné (1965). Para él la condición fundamental para establecer secuencias de instrucción adecuadas radica en respetar las jerarquías de aprendizaje. Estas nos muestran las relaciones de requisito que hay en el desarrollo de los objetivos educativos. Para establecer las jerarquías de aprendizaje Gagné se basa en el análisis de tareas (Gagné y Briggs 1974; Briggs 1973; Araujo y Chadwick 1988; Gutiérrez 1989) que enuncian que para aprender a realizar correctamente una tarea determinada, el alumno debe haber adquirido unas habilidades previas. Estas a su vez se apoyarán en otras habilidades ya adquiridas. Las habilidades de requisito se consideran esenciales para el aprendizaje de la habilidad definida en el objetivo con que se inició la jerarquía; cada una de ellas tiene sus propios requisitos, que se indican en el siguiente nivel de la jerarquía. De esta forma la tarea inicial, definida en función de la conducta terminal esperada, se descompone en objetivos de ejecución cada vez más simples, que deben ser dominados previamente.

El análisis de tareas, es decir, la determinación y descripción de las actividades (componentes de ejecución que conducen a la adquisición de una destreza) es pues una técnica que permite secuenciar los contenidos en términos de resultados esperados del aprendizaje de los alumnos.

En este enfoque se da por supuesto que el dominio de las habilidades intelectuales de nivel inferior implica procesos de aprendizaje más elementales que el dominio de las habilidades de nivel superior. La consecuencia es obvia: cuando una tarea compleja se puede descomponer en tareas más elementales o sencillas, que se corresponden a capacidades o destrezas de orden inferior, hay que empezar por realizar tareas más sencillas y acabar por las más complejas.

En este marco de referencia los contenidos de enseñanza se definen en términos de objetivos de ejecución, que especifican lo que el alumno tiene que ser capaz de hacer en relación a los contenidos que aprende. Así, para cada bloque de contenidos será preciso determinar un conjunto de tareas (objetivos de ejecución), y la realización de estas tareas comportará la adquisición y el dominio de los contenidos correspondientes.

Según este criterio el objetivo terminal (criterio de evaluación) previsto determinará las habilidades intelectuales que son necesarias para alcanzarlo. A su vez, estas habilidades determinarán aquellas otras más sencillas que habrá que aprender ordenadamente, empezando por las que están en el nivel inferior de la jerarquía establecida; es decir, las que responden a la capacidad inicial del alumno y que, por tanto, puede realizar sin demasiado esfuerzo.

Según la técnica de análisis de tareas, el proceso a seguir para secuenciar los contenidos de enseñanza comporta tres pasos:

1. Determinar la tarea que el alumno debe realizar (habilidad que tiene que aprender).
2. Determinar los posibles componentes de la tarea o habilidad (subtareas o subhabilidades).
3. Secuenciar las subtareas o subhabilidades, de la más sencilla a la

más compleja.

En los estadios más evolucionados, el análisis de tareas no se limita a especificar los objetivos de ejecución y determinar la secuencia de actividades que deben realizarse, sino que trata de identificar los procesos y las estructuras psicológicas que acompañan a la realización de las diferentes actividades. Es decir, intenta poner de relieve la competencia específica correspondiente a la realización de una tarea concreta.

Por tanto, el análisis de tareas intenta descubrir y explicar cómo operan las personas (qué procesos realizan) con los datos adquiridos previamente (información) para resolver una determinada tarea (ejecución). Desde este punto de vista, la secuenciación de contenidos de enseñanza comporta:

- descubrir cómo debe estructurarse la información para facilitar la ejecución de la tarea prevista;
- determinar las estrategias cognitivas y los procedimientos que deben aplicarse para la ejecución de la tarea, que equivaldrá a la adquisición de la habilidad deseada y al aprendizaje del contenido correspondiente.

La técnica de análisis de tareas no está suficientemente desarrollada para garantizar una correcta y adecuada secuenciación de todos los contenidos de enseñanza y el correspondiente proceso de aprendizaje de los alumnos, pero es útil para secuenciar algunos procedimientos que persiguen el desarrollo de determinadas habilidades o destrezas (intelectuales, de manipulación, de comportamiento, etc.).

En efecto, hay contenidos de enseñanza que se prestan a ser traducidos en tareas de ejecución, pero con otros hacer esto es prácticamente imposible. Por eso, sería muy arriesgado convertir todo un bloque de contenidos (conceptos, procedimientos, valores...) en tareas que los alumnos tienen que realizar. Las deficiencias del resultado serían evidentes.

Por tanto, la secuenciación realizada aplicando únicamente la técnica de análisis de tareas basada en jerarquías de aprendizaje corre un doble peligro: por un lado, dejar aspectos importantes del contenido de enseñanza que no pueden traducirse en tareas de ejecución; y, por el otro, no considerar intenciones educativas que requieren aprendizajes de mayor complejidad. En palabras de Del Carmen:

“[...] la limitación más importante de las consideraciones de Gagné es que, si bien el análisis de tareas que plantea en términos de los requisitos de aprendizaje necesarios para realizarlas proporciona una gran información sobre la naturaleza y complejidad de las mismas, nos dice muy poco sobre como pueden llegar a dominarse” (Del Carmen, 1989)

ya que como indica Pozo:

“[...] la estructura total de conocimientos no es simplemente una

suma de las partes que la componen, sino que posee una dinámica propia" (Pozo, 1987)

Por otra parte, tal como señala Coll (1987), hay contenidos de la enseñanza que resultan difíciles de traducir en objetivos de ejecución.

Por lo demás el método de Análisis de la Tarea está igualmente en la base y es referencia de la Teoría de la Elaboración que surge para superar las deficiencias enunciadas. Como así lo acepta Reigeluth (1999 p. 468 a 410; 1999a; 1999b; 1998).

Para los aprendizajes holísticos, tanto los de naturaleza heurística como algorítmica, como veremos hay dos modalidades de procedimientos de secuenciación basados en la Teoría de la Elaboración:

- Una es la Secuenciación Jerárquica de Tareas (Reigeluth, 2007 p.24 a 29) que es básicamente una transcripción del modelo de Gagné, pero de tal forma que se transcriben los aprendizajes a tareas de ejecución conceptual. Sin embargo el esquema es el mismo que el que se utiliza de forma clásica en el análisis de la tarea: Descomposición de habilidades en subhabilidades que son necesarias para las habilidades más generales.
- El otro método es el de la Simplificación de Condiciones (Reigeluth, 1999 p.468 a 478), donde el procedimiento es inverso, hay una *epitomización*, de manera que tareas comunes se van unificando mediante un procedimiento progresivo de simplificar, o de generalizar, las condiciones (Reigeluth, 2008, p.3.14 a 3.17; p.6.1 a 6.41).

2.5.4. La Teoría de la Elaboración

La superación de las limitaciones planteadas u objetadas a las dos teorías anteriores se puede encontrar en la Teoría de la Elaboración (Reigeluth y Stein, 1983). La propuesta de abordar la secuenciación de contenidos estableciendo jerarquías conceptuales no solo es compatible, como señala Coll (1987), con una interpretación constructivista del aprendizaje sino que está en la esencia de esta conceptualización ya que tiene en cuenta simultáneamente la estructura interna de los contenidos y los procesos psicológicos de adquisición y de enlace de que disponen los alumnos. Sin embargo, presenta el grave inconveniente de centrarse de forma exclusiva en los componentes conceptuales por un lado o de ejecución por otro. Para superar esta limitación es necesario dar cabida en los criterios de secuenciación a otros tipos de contenidos y aplicar a ellos los principios del aprendizaje significativo. En esta línea se sitúa la teoría de la elaboración.

Esta teoría tiene como propósito fundamental (Del Carmen, 1989) prescribir criterios para seleccionar, secuenciar y organizar los contenidos educativos, de forma que se consiga una óptima adquisición, retención y transferencia de los mismos. Es una teoría pues que integra diferentes aportaciones. De Ausubel

toma la estructura jerárquica de los contenidos en función de los condicionantes y de las representaciones que disponen los alumnos de los contenidos. De Gagné adopta la noción de prerrequisitos de aprendizaje, en el sentido de aceptar que existen determinadas habilidades que son anteriores, más simples y necesarias para otras más complejas. De Bruner toma la noción de currículo en espiral, que postula la necesidad de organizar la instrucción en torno a unas ideas eje, que son retomadas sucesivamente en los distintos niveles educativos, con un grado progresivo de profundización. De las recientes aportaciones de la psicología cognitiva de Novak, recoge el concepto de esquema de conocimiento y la importancia de prestar una atención explícita a los componentes metacognitivos (estrategias de conocimiento). Pero sin duda la influencia más importante la recibe de las aportaciones de Ausubel:

“La teoría de la elaboración considera que los procesos de enseñanza deben comenzar proporcionando una visión de conjunto de los contenidos que van a ser enseñados (siempre que éstos estén fuertemente relacionados). En esta visión de conjunto deben presentarse las ideas más generales, simples y fundamentales, pasando después a elaborar cada una de ellas y regresando periódicamente a la visión de conjunto, con el fin de ampliarla y enriquecerla. Esto no quiere decir que todos los elementos de contenido presentes en los primeros niveles tengan que ser retomados con más detalle en los niveles superiores. Tampoco que en el primer nivel se haya de presentar un resumen de todos los contenidos, sino una selección de los más fundamentales, que proporcionen una base con la que relacionar los demás”. (Del Carmen, 1989)

La teoría de la elaboración integra pues elementos de la técnica de análisis de contenidos y de la técnica de análisis de tareas, en un esquema coherente que pretende superar sus deficiencias. El resultado es la propuesta de las secuencias elaborativas como una forma de secuenciar los contenidos de enseñanza. Así, la secuencia elaborativa se fundamenta en el principio siguiente:

Los contenidos de enseñanza tienen que ordenarse de manera que los elementos más simples y generales ocupen el primer lugar, incorporando después, de manera progresiva, los elementos más complejos y detallados.

Según este principio en un primer momento convendrá presentar una panorámica global de las principales del contenido de enseñanza, pasando luego a la elaboración de cada parte por separado y volviendo de vez en cuando a la visión de conjunto con la intención de enriquecerla y ampliarla. De este modo, una vez elaborada una parte de la panorámica inicial, en una primera fase de análisis, se vuelve al punto de partida con el fin de situar en la visión de conjunto lo que se ha elaborado, y se procede de forma análoga con las diferentes partes del contenido global hasta que todas se hayan elaborado en un primer nivel de complejidad.

El proceso se puede repetir tantas veces como sean necesarias hasta que se alcance el nivel de detalle deseado. Con ello se pretende que los alumnos puedan abordar los contenidos de enseñanza en el nivel de complejidad más apropiado

al estado de sus conocimientos respectivos.

En resumen, la teoría de la elaboración postula que los resultados del aprendizaje serán mejores, cualitativa y cuantitativamente, en la medida en que la organización de la enseñanza se aproxime a un modelo que:

- presenta el contenido que es objeto de enseñanza en términos muy generales y simples, a modo de panorámica global;
- introduce el nivel de complejidad deseado en cada uno de los componentes de esta panorámica global, y procura incorporar en ella las elaboraciones sucesivas.

Al final de cada uno de los niveles de elaboración las secuencias elaborativas requieren un resumen y una síntesis: el resumen incluye una revisión de los elementos de contenido que se han incorporado en el correspondiente nivel de elaboración; y la síntesis muestra las relaciones que estos elementos mantienen entre sí y con aquellos otros de los que no son más que un desarrollo.

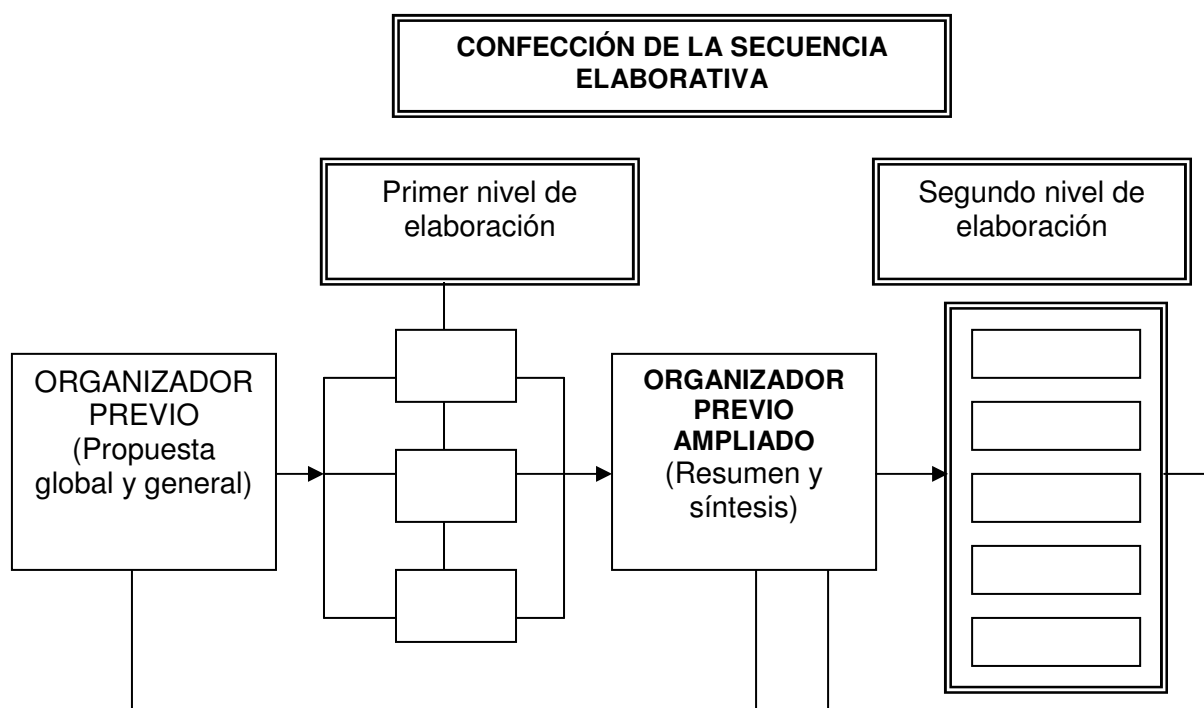


Figura 2.5. Confección de la secuencia elaborativa

2.5.4.1. El organizador previo en la secuencia elaborativa

La panorámica global que constituye el primer paso de la secuencia elaborativa recibe el nombre de organizador previo o epítome.

Los organizadores previos se consideran un medio muy eficaz para potenciar la estructura cognitiva del alumno, ya que favorecen la retención de las nuevas informaciones y ayudan a interrelacionar adecuadamente los conocimientos previos de los alumnos con los elementos fundamentales del nuevo contenido de enseñanza.

Por tanto, los organizadores previos han de servir de puente entre los conceptos relevantes ya presentes en la estructura cognitiva del alumno y los contenidos que se le quieren enseñar. Si estos conceptos relevantes no existiesen, el organizador previo serviría para construir un concepto inclusor que facilitara el nuevo aprendizaje.

Los organizadores previos más eficaces son los que utilizan conceptos, términos y proposiciones con los que el alumno ya está familiarizado y que pueden presentarse fácilmente por medio de ejemplos y analogías. El organizador previo tiene estas propiedades:

- no incluye todos los elementos importantes del contenido aporte más importantes y representativos;
- sus elementos se eligen de manera que el resto del contenido aporte más detalle o mayor complejidad (la secuencia irá de lo más general a lo más detallado, y de lo más simple a lo más complejo);
- el organizador previo es objeto de enseñanza;
- el organizador previo tendrá una aplicación práctica por medio de ejemplos, ejercicios o ilustraciones empíricas, con la finalidad de hacerlo significativo para el alumno;
- el organizador previo y la secuencia elaborativa partirán de un determinado contenido que actuará como hilo conductor prioritario a lo largo de la secuencia, y este contenido podrá ser de tipo conceptual, procedimental o actitudinal;
- los elementos del contenido que no responden a la orientación elegida como prioritaria se introducirán en el momento adecuado en función de la relevancia que tengan para el desarrollo de todo el proceso de aprendizaje.

2.5.4.2. La confección del organizador previo

Según la teoría de la elaboración, la confección de un organizador previo para la secuenciación de contenidos de enseñanza comporta tres pasos:

1. Escoger el contenido de aprendizaje que podrá servir como organizador previo.
2. Seleccionar los elementos más fundamentales y representativos del contenido escogido.
3. Seleccionar otros elementos relevantes para la enseñanza del organizador previo.

Los criterios prácticos sugeridos por la teoría de la elaboración para confeccionar secuencias de contenidos de enseñanza tienen una conexión evidente con los principios del aprendizaje significativo, pero no son suficientes, por sí mismos, para orientar todas las decisiones referentes a la secuenciación, ni se pueden aplicar de la misma manera a los diferentes tipos de contenidos de enseñanza. Las operaciones que implica el proceso de secuenciación de contenidos de cada una de las áreas del currículo son complejas, los problemas a resolver en cada una de las áreas del currículo son complejos, y los problemas a resolver en cada caso no siempre tienen fácil solución.

Por tanto, la teoría de la elaboración puede considerarse válida en la medida en que nos orienta en la realización de una tarea necesaria, pero no podemos esperar que dé solución inmediata a toda la problemática inherente al proceso de secuenciación de contenidos de enseñanza. En cualquier caso, es compatible con los planteamientos indicados en los apartados anteriores.

Desarrollos más completos y recientes de la Teoría de la Elaboración pero ya con otras modalidades y métodos más adaptados y especializados — *Hierarchical Sequence, Procedural Sequence, Task expertise and domain expertise, Simplifying conditions method, The conceptual elaboration sequence, The theoretical elaboration sequence*— podemos encontrarlos en los puntos siguientes y referenciados en las obras de Reigeluth (2007) y Reigeluth(2008) más recientes.

2.6. Otros paradigmas vigentes sobre secuenciación.

2.6.1 Método de Simplificación de Condiciones (SCM)

La teoría conocida como Método de la simplificación de las condiciones (Simplifying conditions method, SCM) es definida y desarrollada por Reigeluth (2008, p.6.1 a 6.41; 1999; 1999a; 1998) y Wiley (2000 p. 37 y 38), a partir y como una variante de la Teoría de la Elaboración, y cuya característica más importante es que la *epitomización* no es previa a la secuenciación sino que surge como una consecuencia de la elaboración (al revés de cómo sucede en el método de secuenciación jerárquica de contenidos) y de una simplificación progresiva de las habilidades y conceptos asociados a los objetivos de ejecución que proporcionan su aprendizaje.

El método SCM proporciona información pertinente en relación con el alcance y la secuencia de contenido didáctico. SCM se compone principalmente de dos partes: Epitomización y elaboración: Epitomizar en este caso significa encontrar la versión más sencilla de la tarea que se les enseña a los alumnos, y que no deja de ser representativa de toda la tarea. La elaboración consiste en obtener actividades y recursos que proporcionen estrategias a los alumnos para realizar cada vez versiones más complejas de la tarea. La idea de incrementar la dificultad de la instrucción se ha debido, en otras formas y contextos, a teorías precedentes como por ejemplo a la Teoría del Curriculum en Espiral (Bruner, 1960), al modelo de "progresiva diferenciación" (Ausubel, 1968), y a la Teoría "MicroMundos cada vez más complejos" (Burton et al., 1984). Por supuesto a Reigeluth (1999a) se debe el desarrollo acabado del método en sus fases de epitomización y elaboración.

La descripción completa del método SCM la vemos en las referencias citadas (Reigeluth, 2008, p.6.1 a 6.41; 1999; 1999a; 1998) (Wiley, 2000 p. 37 y 38), así como la guía de aplicación pero es inevitable reseñar una versión simplificada para extraer conclusiones de "alcance y secuencia" utilizables en el modelo propuesto.

Básicamente utilizar SCM es utilizar un procedimiento recursivo con cláusula de parada y de recursión expresada en estas dos preguntas: ¿Cuál es la versión más sencilla de la tarea que un experto realizaría? y ¿Cuál es la siguiente versión más simple? y así sucesivamente. Al identificar cada versión, determinamos su lugar en la secuencia.

2.6.2 Secuenciación jerarquizada

Reigeluth (2008) plantea esta técnica como una superación del Método de Análisis de la Tarea de Gagné sobre las teorías clásicas de secuenciación.

Gagné desarrolló la secuenciación jerarquizada para la enseñanza de "habilidades intelectuales" en un dominio cognitivo determinado. Es decir habilidades dependientes de un dominio, o que dependen de las aptitudes de un alumno para una sola materia. Lo que se plantea en este método es la secuenciación de habilidades cognitivas independientes del dominio, independientes de las aptitudes específicas, que pueden aplicarse a través de dominios distintos, como habilidades de pensamiento crítico.

En este caso hablamos de habilidades no de tareas como en el modelo de Gagné.

La secuenciación jerárquica se basa en la observación de que una habilidad está formada por componentes más simples de capacidades que se deben conocer antes de poder aprender la habilidad mayor, más compleja, de la que forman parte.

En una secuencia jerarquizada, entonces, nunca se enseña una habilidad antes de su requisitos previos (los inmediatamente inferiores y conectados a él por una línea directa de dependencia cognitiva). La secuencia puede ser en espiral, se puede abordar la secuenciación de todas las habilidades en el nivel inferior de la jerarquía a la habilidad principal, para a continuación desplazarse al siguiente nivel, y así sucesivamente. O bien se puede progresar lo más lejos posible por una rama de la jerarquía en un módulo de instrucción y, a continuación, pasar a otras "ramas" en otros módulos, siempre tratando de llegar tan alto y progresar tan rápido como sea posible.

Los puntos fuertes de la secuencia jerarquizada son los siguientes:

- En los casos en que una habilidad debe ser aprendido antes de que otra, es sumamente importante que se conserve la jerarquización. Si una secuencia viola este principio, por definición, está condenada al fracaso).
- El orden jerárquico es bastante ampliamente aplicable, porque las habilidades de un tipo u otro son un componente importante de la mayoría de los programas formativos y en cualquier contexto.
- La secuencia es muy fácil de diseñar una vez que se ha hecho el análisis, y el análisis no es difícil de hacer, ni de aprender a hacer.

Las limitaciones de esta técnica son:

- La fragmentación. Al romper conocimientos en componentes más simples, la instrucción está fragmentada, lo que puede servir de desmotivación para los alumnos e impedir la adquisición de aprendizajes holísticos.
- Al aplicar el método para una sola habilidad o para su conjunto de

requisitos previos exclusivamente, no ofrece ninguna orientación sobre la forma de secuenciar habilidades en caso de que una no sea una parte de las demás o no sea útil para la secuencia más amplia en un curso o programa de estudios.

- Dado que sólo se aplica cuando una habilidad debe ser adquirida antes de que se puede aprender otra, no ofrece ninguna orientación sobre cómo manejar las habilidades "blandas", es decir, las habilidades que facilitan el aprendizaje de otras habilidades, que no son absolutamente necesarias para el aprendizaje.

El efecto neto es que el orden jerárquico no es algo que puede ser violado, pero rara vez este método es suficiente por sí solo para un curso o programa de capacitación. No obstante, puede ser combinado con otras estrategias de secuenciación, entre ellas todas las que se referencian en este capítulo.

2.6.3 Secuencia de procedimientos

Como su nombre indica, la secuenciación de procedimientos implica cómo organizar los pasos de un procedimiento de enseñanza y en qué orden se realizan (Reigeluth, 2008). Las secuencias de procedimiento han sido probablemente usadas de forma implícita (y bastante bien entendida) por profesores y maestros durante siglos. Esta técnica fue sistemáticamente estudiada por los conductistas, a finales de los cincuenta y en la década de los sesenta, con el título de secuencias de “encadenamiento hacia adelante” (véase, por ejemplo, Mechner, 1967). Igualmente esta metodología fue desarrollada por los cognitivistas en la década de los setenta bajo el título de secuenciación de “procesamiento de información” (véase, por ejemplo, Merrill, 1976; 1980; o Resnick y Ford, 1980).

La secuencia de procedimientos se basa también en una condición previa de relación, sólo que en este caso se trata de un requisito de procedimiento en lugar de un requisito previo de aprendizaje. Un requisito de procedimiento es la necesidad de que un paso deba realizarse antes que otro en la ejecución de una determinada tarea. Mientras que una condición previa de aprendizaje es una habilidad que debe ser aprendida como cuestión necesaria y anterior para aprender otra habilidad.

Para diseñar una secuencia de procedimiento, por lo tanto, primero debe averiguar el orden en que las acciones se llevan a cabo (es decir, cuáles son los pasos que son condición previa para cada paso). Este es el propósito de la tarea de análisis de procedimiento, y por lo general da como resultado un diagrama de flujo de los pasos que componen el procedimiento. Aunque parezca bastante sencillo y fácil, no lo plantea así exactamente Hertz (1995). El problema se relaciona con una paradoja jerárquica. Para enseñarle a alguien a arreglar coches, nuestro procedimiento de análisis puede identificar sólo dos pasos: 1) averiguar qué está mal en el coche, y 2) solucionarlo. Es evidente que hace falta un análisis más en profundidad. Podemos describir la tarea en los diferentes niveles de detalle, al igual que en un análisis jerárquico —es decir, podemos descomponer los pasos en subpasos, igual que descomponemos las

competencias en subcompetencias. Sin embargo, los pasos y subpasos son siempre normas o subnormas (concretamente heurísticos en lugar de normas), no conceptos ni discriminantes.

2.6.4 Secuenciación de elaboración conceptual

Se utiliza para la construcción de conocimientos de un dominio. Este método es una de las dos estrategias que ofrece la Teoría de la Elaboración, junto con el método de secuenciación teórica. Ambos tipos de elaboración de secuencias se pueden utilizar simultáneamente si existe un considerable énfasis entre la diferencia de los dos tipos de contenido en un curso (conceptuales y propios del dominio). Esto se conoce como múltiples vertientes de secuenciación (Beissner y Reigeluth, 1994). La elaboración conceptual (Reigeluth y Darwazeh, 1982) se destina para los cursos que se centran en conjuntos interrelacionados de conceptos, que son generalmente tipos y/o partes del contenido global, etc.

Un ejemplo puede ser, en Biología de secundaria, un módulo que se centra en los tipos y partes de animales y plantas y o bien un programa de capacitación empresarial que se centra en los tipos y partes de materiales que cierta empresa vende. Esta metodología fue se deriva de la Teoría de Análisis de Contenidos de Ausubel (1968) y de los conceptos y constructos teóricos “organizadores previos” y “diferenciación progresiva”, pero ofrece una mayor orientación en cuanto a cómo diseñar ese tipo de secuencias. Por lo demás es una modalidad de la Teoría clásica de la Elaboración.

2.6.5 Secuencia de elaboración teórica

La secuenciación de elaboración teórica (Reigeluth, 1987) es la segunda de las dos estrategias de secuenciación que ofrece actualmente la Teoría de la Elaboración, el otro es el “Método de la secuenciación conceptual”. Como en el caso anterior se pueden utilizar simultáneamente si existe un considerable énfasis en los dos tipos de contenido en un curso (conceptuales y propios del dominio) pero en este caso se centra más en cursos donde abundan conjuntos de principios interrelacionados, que generalmente son elaboraciones propias a partir de las restantes. Como ejemplos valgan estudios universitarios de Biología, una asignatura que se centra en los principios de la Genética, los ciclos de vida, y las funciones corporales, o bien un programa de capacitación empresarial sobre cómo se utiliza un módulo de equipo de obras y por qué.

Esta metodología, como la anterior, deriva principalmente del *curriculum en espiral* de Bruner (1960), de la Teoría de Análisis de Contenidos de Ausubel (1968) y de los conceptos y constructos teóricos "organizadores previos" y "diferenciación progresiva", pero difiere en varios aspectos importantes de cada uno, y también proporciona una mayor orientación sobre la manera de diseñarlo. La secuencia comienza con lo más amplio, más inclusivo, la mayoría de los principios generales (que son también los más simples y, en general, los primeros que se han descubierto), como la ley de la oferta y la demanda en la economía y la ley de Ohm en electricidad. Y poco a poco avanza de forma más

concreta, estrecha, precisa, hacia principios más complejos, como los que se refieren a la maximización de los beneficios de la oferta (por ejemplo, los ingresos marginales que tiene costos marginales) y los que se refieren a las preferencias de los consumidores por parte de la demanda de la ley de la oferta y la demanda. Una vez más, este patrón de la secuencia se puede ñevar a cabo, ya sea en espiral o por ramas.

La secuencia de elaboración teórica se basa en varias observaciones. La primera es que los principios que operan en la secuenciación son las relaciones causales, ya sean naturales o de proceso (lógicas, deductivas, inductivas, etc.) entre las variaciones de los conceptos. Por ejemplo, la ley de la oferta y la demanda indica cómo son los cambios en la oferta y la demanda, cómo pueden influir en el precio, y viceversa (cómo los cambios en el precio de las cosas precio de influir en su oferta y la demanda). La segunda es que los principios, al igual que los conceptos, existen en un proceso continuo más amplio, más general, más incluyente y cuanto más restringido, más específicos y menos inclusivos resultan los principios.

Si bien aunque las particularidades metodológicas dadas por Reigeluth constituyen la base de en que se apoya la tesis, quien incluso lo propone en las líneas a seguir en futuros desarrollos, la idea de simplificación que planteamos en SAM hace prescindible una mayor profundización y detalle. Este es el planteamiento que haremos de aquí en adelante con las torias restantes, aunque sí es necesario estudiarlas y como en este caso obtener conclusiones críticas sobre secuencia y alcance para aplicarlas en el modelo simplificado.

2.7. Desarrollos existentes sobre secuenciación e implicaciones en especificaciones pedagógicas y metadata

A continuación reseñamos las aportaciones existentes en el campo del diseño instruccional tecnológico (despliegue y organización de objetos de aprendizaje) con referencias fundadas en teorías psicopedagógicas sobre secuenciación basadas en los procesos de aprendizaje y de organización del conocimiento sobre los modelos de organización de los objetos, tipologías de estos y criterios de alcance (ámbito de aplicación) y de secuenciación.

2.7.1 Sentido y alcance de los modelos existentes

Desde el campo del diseño instruccional tecnológico (despliegue y organización de objetos de aprendizaje basados en la tecnología) se constata “el peligro de una situación de proliferación de objetos de aprendizaje, o en general de material tecnológico de potencial o eventual uso instruccional, sin una base teórica o carente de principios de organización o de estructuración lógica formal” (Wiley, 2000). Por tanto desde este sector se detecta la necesidad de una teoría del diseño instruccional clásico que de apoyo a la teoría y a la práctica del diseño instruccional tecnológico. Y que dé sentido al uso y a la organización de los LO desde el mundo de la psicología del aprendizaje. Esta necesidad es pues clara y sentida.

Wiley (2000) establece una teoría general para la organización y secuenciación de objetos de aprendizaje: Teoría del Diseño y la Organización de Objetos de Aprendizaje (*LODAS*). Este autor parte del concepto general de teoría instruccional clásico definido por Reigeluth (1999) que la define como “métodos de instrucción y las situaciones en que estos métodos deben de utilizarse” para a continuación revisar, sintetizar y combinar cuatro teorías de diseño instruccional: la propia Teoría de la Elaboración (Reigeluth, 1999), el Modelo de Trabajo de Síntesis (Gibbons et al., 1995), la Teoría de Dominio (Bunderson, Newby y Wiley, 2000) y el modelo de Diseño Instruccional de cuatro componentes (van Merriënboer, 1997). El resultado es una nueva teoría: la Teoría del Diseño y la Organización de Objetos de Aprendizaje (*LODAS*), donde se establecen las directrices para:

- a) El análisis del contenido, diferenciándolo en elementos de aprendizaje.
- b) La síntesis y organización conjunta en un esquema de relaciones operativas y conceptuales, en ambos casos de los contenidos de aprendizaje de un área de contenido indiferenciada inicialmente (por ejemplo, Matemáticas o Psicología).
- c) La aplicación de las especificaciones que se derivan de la organización para el alcance y la secuencia de objetos de aprendizaje.

La teoría también ofrece una taxonomía de cinco tipos de objetos de aprendizaje y proporciona orientaciones para el diseño integrado y contextualizado de los diferentes tipos de objetos.

Como tanto la Teoría de la Elaboración como las de Ausubel y Gagné han sido suficientemente tratadas en los puntos anteriores especialmente en lo relativo a consecuencias para el diseño instruccional, nos limitaremos aquí a exponer las tres restantes y la síntesis en la Teoría del Diseño y la Organización de Objetos de Aprendizaje de Wiley.

A estas alturas del desarrollo de objetos de aprendizaje los diseñadores instruccionales y los docentes dejan de preguntarse ¿Qué es un objeto de aprendizaje? para preguntarse ¿Cuáles son los componentes de un objeto de aprendizaje? ¿Qué es un objeto de aprendizaje ya elaborado?, ¿Qué pasa cuando se ejecuta un objeto de aprendizaje? ¿Qué es lo innecesario?. Estas son preguntas de alcance, estratégicas. Preguntas que permiten establecer una forma de práctica educativa. A esto es a lo que Reigeluth (1999, 2005 y 2007) llama *alcance*.

Pero hay otras preguntas. Una vez que se han respondido las anteriores se plantean otras, los diseñadores instruccionales y los docentes también preguntan: ¿Qué hago ahora con estos objetos de aprendizaje? ¿Para qué pueden ser usados ahora? ¿Cómo puedo ensamblarlos? ¿En qué orden deben ofrecérsele al alumno? Estas son preguntas sobre la *secuencia*.

Hasta aquí lo planteado por Reigeluth. Pero hay una tercera tanda de preguntas: ¿A qué intenciones educativas (instruccionales) obedecen los objetos de aprendizaje? ¿En qué contexto se integran? ¿Para qué alumnos? Son

preguntas de *aprendizaje*. Pero esto lo dejaremos para después, para el diseño propiamente educativo aunque también afectan —ésta es la tesis— al diseño instruccional tecnológico de forma implícita. La tabla 2.7.1.1 resume la discusión anterior.

<i>Aprendizaje</i>	<i>Alcance, ámbito de aplicación</i>	<i>Secuencia</i>
¿A qué intenciones educativas (instruccionales) obedecen los objetos de aprendizaje? ¿En qué contexto se integran? ¿Para qué alumnos?	¿Cuáles son los componentes de un objeto de aprendizaje? ¿Qué es un objeto de aprendizaje ya elaborado? ¿Qué pasa cuando se ejecuta un objeto de aprendizaje? ¿Qué es lo innecesario?	¿Qué hago con estos objetos de aprendizaje? ¿Para qué pueden ser usados? ¿Cómo puedo ensamblarlos? ¿En qué orden deben ofrecérsele al alumno?

Tabla 2.1. Preguntas sobre los objetos de aprendizaje

En el análisis que hacemos y que hacen Reigeluth y Wiley (aquel a través de éste), las dos primeras preguntas que deben responderse en relación con el diseño y la combinación de objetos de aprendizaje son cuestiones de *alcance* y *secuencia*. Por lo tanto, el objetivo principal de la teoría que debe ilustrar cualquier proyecto de diseño instruccional es proporcionar el alcance y la secuencia de orientación para la organización y despliegue de objetos de aprendizaje.

Sin embargo, para Reigeluth la eficiencia de los objetos en sí y del diseño instruccional donde se insertan no es el objetivo último sino el conseguir una adaptación a las diferencias individuales de los alumnos. Establecer una correlación entre las características del uso del objeto y las diferencias individuales de los alumnos. Esta conceptualización enlaza directamente con el carácter abierto de los GLO. Se trata de un aumento significativo de la eficiencia de la instrucción, entendida en cuanto mayores sean las posibilidades de adaptarse, el objeto, con las características del alumno, y cuanto mayor quede reflejada esta posibilidad en el diseño instruccional, todo ello según Reigeluth, en comunicación personal a Wiley de 14 de junio de 2000.

La crítica que hace Wiley (2000), a pesar de asumirlo para su modelo Teoría del Diseño y la Organización de Objetos de Aprendizaje, es que no obstante haber sido consciente del alcance de esta primera teoría, una vez que las consideraciones de adaptatividad se combinan con la práctica de los objetos de aprendizaje, éstos deberían ser considerablemente más atractivos para los estudiantes que son los usuarios de la formación. Sin embargo esto no ha sido así.

No obstante, como decimos, las teorías de diseño instruccional que

proporcionan orientaciones abiertas para hacer del alcance y la secuencia la base de las decisiones, fueron seleccionadas en la revisión de teorías que hizo en su tesis Wiley (2000) y se utilizan en la creación de la propuesta de la teoría para el diseño instruccional de objetos de aprendizaje.

2.7.2 Revisión de las cuatro restantes teorías

Hay cuatro teorías de diseño instruccional compatibles con el planteamiento que hemos hecho, abiertas y que contienen planteamientos de alcance y secuenciación. Fueron identificadas por Wiley como de orientación abierta (aunque no adaptativas las tres últimas) e incluyen planteamientos de alcance y de secuencia que podrían ser aplicables a los objetos de aprendizaje:

1. Teoría de la Elaboración en sentido amplio (Reigeluth, 1999a)
2. Modelos de trabajo de síntesis (Gibbons, et al., 1995)
3. Teoría del dominio (Bunderson, Newby y Wiley, 2000)
4. Modelo de diseño instruccional de cuatro componentes (van Merriënboer, 1997)

Estas teorías se analizan a continuación. Cada revisión contiene una descripción seguida de una discusión, y termina con un resumen sobre orientación en cuanto a temas de alcance y de la secuenciación que proporciona la teoría en cuestión.

Estos cuatro modelos tienen orientaciones y conclusiones que vamos a utilizar en el punto siguiente como respuesta a los problemas que planteamos en los patrones y en la fase siguiente para implementar en el modelo que proponemos.

En función de su propio modelo, y de los cuatro modelos analizados (con las correspondientes orientaciones sobre alcance y secuenciación y las pautas para el diseño y taxonomías para tareas, tipos de habilidades y agrupaciones, Wiley establece una taxonomía de cinco tipos de objetos de aprendizaje (Wiley, 2000).

Wiley sintetiza todas las directrices para el alcance y la secuencia en un único conjunto de directrices compatibles, como parte del proyecto de construcción de la teoría de la actividad y contenido de la secuencia LODAS.

2.7.2.1 Teoría de la Elaboración de Reigeluth

La Teoría de la Elaboración (Simplifying Conditions Method, SCM) de Reigeluth (1999a) ha sido descrita de forma extensa en otros lugares de este trabajo y suministra la base teórica fundamental para el modelo propuesto. Abundando en el cuadro anterior —Tabla 2.7.1.1— Wiley (2000) sostiene que ayuda a los usuarios a “seleccionar y contenido de la secuencia de tal forma que se optimice el logro de objetivos de aprendizaje”. Este planteamiento es apoyado por citas numerosas a la literatura (Reigeluth et al. 1980; Reigeluth y Darwazeh, 1982; Reigeluth, 1992 y 1979) y ha sido revisado críticamente por Wilson y Cole (1992).

2.7.2.2 Modelo de trabajo de síntesis.

En muchos sentidos, el trabajo Modelo de síntesis (Bunderson et al., 1981; Gibbons et al., 1995; Gibbons y Fairweather, 1998) representa una reacción contra la naturaleza fragmentaria del enfoque de diseño instruccional tradicional “análisis descendente a partir de objetivos”, que se plantea como una tarea de análisis de arriba a abajo: objetivos→contenidos→actividades→evaluación.

Gibbons et al. (1995) describen el trabajo que hace el diseñador instruccional como un modelo de síntesis que “sistemáticamente combina y recombina tareas y objetivos que, a través de procedimientos de análisis de la tarea, se han fragmentado en un nivel bajo”. Estos autores catalogan los problemas (desde el punto de vista del diseñador instruccional) mediante la correspondencia de los eventos instruccionales de forma estricta, tradicional, y de uno a uno, desde los objetivos hasta los eventos (actividades para aprender conceptos y procedimientos). Este planteamiento entraña la necesidad de que la instrucción, y sus prácticas se produzcan en los diferentes medios (recursos) y con diferentes recursos integrados, que la práctica se realice cada vez más en entornos de ejecución más realistas, que las prácticas sean cada vez más integradoras, así como la necesidad de identificar objetivos relacionados con el grupo. El modelo de trabajo de síntesis también se basa en el concepto de micro-mundos ya comentado (Burton et al., 1984).

El modelo de trabajo de síntesis se describe como una constructo a partir de los mapas conceptuales (Gibbons et al., 1995) o como mapas conceptuales tradicionales (Gibbons y Fairweather, 1998). En otras palabras, el Modelo de trabajo de síntesis ofrece un marco en el que los objetivos individuales se pueden combinar atendiendo a su significatividad, a su sentido en el mundo real o en el contexto de tareas complejas, o modelos de trabajo. Cuando se construyen correctamente, los resultados del modelo de trabajo son muy valiosos y dan como resultado tareas o trabajos en los que los alumnos pueden imaginarse a sí mismos haciendo un trabajo en el mundo real, en contraposición a reducir la concreción de los objetivos a situaciones que, con frecuencia, tienen poca o ninguna relevancia o verosimilitud para el alumno.

Un *modelo de trabajo* no es pues un evento instruccional en el sentido estricto (una actividad asociada a un objetivo). Por el contrario, se trata de una especificación a la que se pueden asociar varios eventos de instrucción. Así, distintos tipos de esquemas que vinculen objetivos con modelos de trabajo son posibles:

- 1 Esquemas (mapas) de *muchos a uno*, en los que varios objetivos de instrucción están integrados en un único modelo de trabajo. Por ejemplo, los objetivos "Usar correctamente las mayúsculas", "Uso correcto de signos de puntuación", y "Escribir correctamente palabras" pueden combinarse en un modelo de trabajo "Escribir una instancia solicitando la admisión". A diferencia de los objetivos individuales, en la ejecución de los trabajos de modelo tienen importancia los objetivos comunes, no implícitos, que se consigan en la ejecución, independientemente de los objetivos personales y de las implicaciones de utilidad que muchos estudiantes serán capaces de imaginarse por verse a sí mismos el

ejercicio de la actividad. Esto le da una importancia y relevancia adicional a la tarea.

- 2 De *uno a muchos*, en el que un solo objetivo instruccional está vinculado con varios modelos de trabajo. Por ejemplo, cada uno de los objetivos anteriores puede vincularse con varios modelos de trabajo “Crear un curriculum vitae” y “Enviar un artículo para su publicación”.
- 3 Esquema *de uno a uno*, en el que un objetivo de instrucción se vincula directamente en un único modelo de trabajo. Este tipo de correspondencia se produce cuando un requisito previo de habilidades debe un conocimiento previo diferenciado antes de que pueda ser incluido en una labor más de un modelo de trabajo conceptualmente más significativo. Por ejemplo, el objetivo "Uso de un programa de procesamiento de textos con eficacia" puede ser practicado en forma aislada de los otros modelos de trabajo enumerados anteriormente que se basan en este dominio: “Escribir una solicitud”, etc. con un único objetivo.

La perspectiva del *modelo de trabajo de síntesis* proporciona también, según Wiley (2000), una orientación explícita para el alcance y la secuencia en que pueden integrarse los objetos de aprendizaje.

En resumen:

- Sobre las orientaciones respecto del ámbito de aplicación (alcance) podemos afirmar que los objetos de aprendizaje (que en este caso se confunden quizá con actividades) son eventos instruccionales que surgen, como resultado, instados por un modelo de trabajo, y deben ser lo suficientemente “grandes” como para enseñar significativamente procesos del mundo real o ejecuciones. Uno o más objetivos de formación tradicionales pueden vincularse con un objeto de aprendizaje.
- Sobre las orientaciones respecto de secuenciación podemos afirmar que los objetos de aprendizaje deben ser secuenciados en un orden que simula el mundo real, de tal manera que su rendimiento aumenta en proporción a la fidelidad a la realidad (la verosimilitud). Por otro lado como puede crearse más de un objeto de aprendizaje a partir de un único modelo de trabajo, y en función del mismo o de los mismos objetivos de aprendizaje, se puede establecer una relación de equivalencia entre los objetos de aprendizaje a la hora de secuenciarlos. De este modo se pueden sustituir unos por otros en la secuencia.

2.7.2.3 Teoría del Dominio

La Teoría del Dominio de Bunderson, Newby, y Wiley (2000) puede verse como una extensión del enfoque del modelo de trabajo de síntesis aplicado a la evaluación. La Teoría de Dominio proporciona pautas sobre alcance y secuencia basadas en la *Teoría Fundamental de la Medición* (Krantz et al. 1971; 1989; 1990; Perline et al., 1979; Wright 1985; Fisher y Wright, 1994; Michell, 1999).

Esta teoría proporciona un método riguroso para la exploración y correspondencia de un dominio de conocimientos, apoyándose en cuatro tipos matemáticamente sofisticados de invarianza, para proporcionar una visión estable del dominio a través del tiempo: Invarianza en el conjunto de individuos, invarianza en la tarea, invarianza en la unidad de medida, e invarianza de interpretación.

Este objetivo principal de la teoría del dominio —exploración y correspondencia de un dominio de conocimientos apoyándose en las invarianzas— queda fuera del ámbito de nuestra aplicación y, por tanto, no se examina en más detalle aquí. Sin embargo, una de las técnicas de análisis empleadas en el método de asignación de dominio proporciona pautas para determinar alcance y secuencia, y esta técnica se constata aquí, como hace Wiley (2000), pero solo a efectos de revisión de teorías.

Si bien el Modelo de Trabajo de Síntesis orienta a que los usuarios individuales se integren en grupos en función de tareas iguales formalmente pero que tienen significación individual, se da poco apoyo formal (basado en los ordenadores y redes) al cómo esto se puede hacer. La superación de esta dificultad del modelo de la teoría del Dominio, se produce, en el método de la Teoría de Síntesis con ayuda de los antiguos métodos del CAI-EAO (*computer-assisted instruction*) utilizando los recursos de la *representación experta*. Es decir, implementa recursos para que los expertos en contenidos incorporen lo que pueden hacer con sus conocimientos, en lugar de representar en abstracto lo que saben.

La Teoría del Dominio toma, por último, de modelo el trabajo de síntesis, la forma de elaborar las especificaciones pero de forma especializada dentro del dominio. Por ejemplo, en el ámbito de la adquisición del lenguaje, las construcciones pueden ser categorizados en los grupos de escuchar, hablar, escribir, lectura, conocimiento y palabra (Strong-Krause, 2000). Estas agrupaciones pueden considerarse dimensiones dentro del dominio. Los dominios pueden tener diferentes números de dimensiones de especialización, y además los nombres de estas dimensiones pueden conservarse a través de cambios de dominio en dominio. Estas dimensiones son análogas a los factores en el procedimiento de análisis factorial de la Estadística.

En conclusión, podemos extraer como metodología de trabajo —pero no automatizado sino de trabajo en equipos mixtos de docentes, diseñadores-instruccionales-tecnológicos (informáticos), documentalistas, etc. — la recogida de datos mediante patrones y la incorporación en terminos de objetos de tareas reales. Esto enlaza con la metodología que hemos visto del CETL, y en cierto modo con los GLO. En resumen:

- Sobre las orientaciones respecto del ámbito de aplicación (alcance) se puede afirmar que los objetos de aprendizaje son al tiempo los eventos de instrucción (actividades) y las evaluaciones resultantes de hasta qué punto las actividades del mundo real pueden obtener unos objetivos formativos. El alcance de cada uno de los objetos aumenta a medida que la distancia entre la ejecución real y los objetivos formativos, en una escala unidimensional, es mayor (la expresión alcance obtiene aquí su máximo significado).

- Sobre las orientaciones respecto de la secuencia, vemos claramente que el factor que regula la secuenciación es la experiencia. Los objetos de aprendizaje deben ser secuenciados en función de su dificultad a partir de las experiencias personales, en escalas unidimensionales (múltiples escalas unidimensionales, una por cada ámbito de experiencia).

2.7.2.4 Modelo de diseño instruccional de cuatro componentes de van Merriënboer

El modelo de diseño instruccional de cuatro componentes (van Merriënboer, 1997; Paas y van Merriënboer, 1992; van Merriënboer y Dijkstra, 1996; van Merriënboer, Jelsma y Paas, 1992) entraña una sofisticada forma de diseñar la formación que se apoya en el aprendizaje de habilidades cognitivas complejas.

Como su nombre indica, el modelo 4C/ID tiene cuatro fases:

1. Descomposición de habilidades. Se rompe la estructura compleja de las habilidades para formar o entrenar en el desempeño de un conjunto de habilidades cognitivas más simples: Habilidades recurrentes (algoritmos) y habilidades no recurrentes (heurísticos).
2. Análisis detallado de estos dos conjuntos de habilidades, con objeto de revelar, poner de manifiesto, el tipo de conocimiento en que se apoyan.
3. Selección de métodos de instrucción para la práctica de habilidades constituyentes de la competencia principal que se desea conseguir, y diseño y despliegue de la información de apoyo (hay que destacar que el énfasis en esta fase se pone más en la práctica que en la presentación de información).
4. Redacción una estrategia de capacitación (van Merriënboer, 1997).

La teoría se basa en una cantidad significativa de investigaciones (van Merriënboer, 1990b; van Merriënboer y De Croock, 1992; van Merriënboer, Jelsma, y FCA 1992 o van Merriënboer y Dijkstra 1996) y proporciona un apoyo muy específico en términos de estrategias instruccionales para la enseñanza de los dos tipos de habilidades.

En cuanto a las habilidades recurrentes (algoritmos), recordemos que este tipo de procedimiento y la capacitación correspondiente, se realizan y se obtienen de la misma manera cada vez: se enseña el uso parcial (en un nivel inicial de recurrencia) de las tareas prácticas, de tal manera que el conocimiento en cualquier nivel implica una cláusula de recurrencia y un concepto de generalización, de tal forma que el mecanismo de recurrencia para y da vuelta atrás cuando llega a la cláusula inicial (van Merriënboer, 1997; van Merriënboer y Dijkstra, 1996). Por ejemplo, “la adición de números de tres dígitos” se lleva a cabo de la misma manera cada vez, solo que aumentando un nivel. Se trata de un algoritmo. Esta habilidad puede llegar a estar compuesto por dos sub-habilidades, “agregar números de un dígito” y “ejecución del procedimiento final”. Así pues la tarea total se descompone en dos componentes que se pueden adquirir de forma aislada hasta lograr la automatización. El primero suma dígito a dígito con la tabla de sumar, y el segundo a partir del primero con arrastre. Cualquier información que el alumno necesita para realizar estas tareas sería fácilmente disponible durante la práctica, cuando sea necesario.

Los heurísticos, habilidades o aptitudes que se aplican en la ejecución de tareas que se realizan en forma distinta en situaciones diferentes, se enseñan en la práctica y con su uso en una tarea concreta con el apoyo de los elementos de conocimiento (conceptos y procedimientos) necesarios, se presentan de forma que promuevan la elaboración y la comprensión (van Merriënboer, 1997; van Merriënboer y Dijkstra, 1996). Por ejemplo, la programación informática en general, se clasifica como una habilidad heurística. El conocimiento para apoyo a esta habilidad, como el concepto de bucle, que se aplica en diferentes estructuras, los tipos de variables, etc., se enseñan antes de la enseñanza de la programación, en un proceso elaborativo, de modo que el alumno tendrá que disponer directamente (a partir de su propia memoria) de estos conceptos y habilidades previas durante la práctica de la habilidad principal. Toda la tarea de la práctica global implica que esta habilidad se enseña con un enfoque holístico, como el que se utiliza en el Modelo de Simplificación de Condiciones.

Van Merriënboer identifica tres niveles de alcance, o granularidad: habilidad para identificar las agrupaciones de habilidades, plantear un caso tipo, y resolver problemas específicos. Una vez que el constituyente principal de la habilidad ha sido identificado, indicando los objetivos (qué tenemos que hacer y qué hacer con los resultados) se pueden crear procedimientos similares para cada caso.

Sin embargo una vez que descarta este método para conseguir una mayor generalidad merced a la categorización de casos, van Merriënboer apela, en la primera fase de su procedimiento, a la construcción de dos a cinco grupos de habilidades. Estos grupos representan en su conjunto las tareas, y comprenden el más alto nivel de granularidad (alcance) en el modelo 4C/ID. De ahí hacia abajo Van Merriënboer establece de forma anidada un grupo limitado de casos tipos, categoría de problemas y ejemplos que el alumno experimentará durante la instrucción, y que representan el nivel medio de la escala de granularidad (o alcance) en el modelo 4C/ID. Por último, dentro de cada tipo de caso hay varios problemas específicos. Estos son los ejemplos y problemas con los que interactúa el alumno durante la instrucción, y representan el nivel más bajo de granularidad en el modelo 4C/ID.

Van Merriënboer también identifica tres niveles de la secuencia: macro, meso y micro nivel. El modelo 4C/ID proporciona instrucciones detalladas sobre la secuenciación en cada uno de estos niveles. A nivel macro, los *skills clusters* están ordenados de acuerdo a una parte de la secuencia de tareas. Estas agrupaciones de habilidades deben estar ordenadas de tal forma que las competencias en el primer grupo sean “requisito previos” para el éxito en el segundo grupo, y así sucesivamente. En el nivel meso, los caso-tipo están ordenados de acuerdo a una tarea en toda la secuencia. Por último, a nivel micro, el modelo presenta opciones de secuenciación para problemas específicos basados la interpretación de Sweller (1988) de la Teoría Cognitiva de Carga –se refiere a la carga cognitiva de la tarea–, en la cual los tipos de problema varían según la secuencia, en interacción con el tipo de alumno. Para tareas complicadas, donde la interacción del alumno con ejemplos y problemas se espera que sea de alta carga cognitiva (por ejemplo, problemas convencionales de rendimiento sin limitaciones), los caso-tipo están ordenados de simple a complejo como forma de evitar la sobrecarga cognitiva. Sin embargo, con el fin

de promover la transferencia de nuevas competencias a la solución de situaciones problemáticas, el modelo recomienda la búsqueda de tipos de problema de baja carga (por ejemplo, ejercicios de ejemplos, la conclusión de tareas, problemas convencionales y no con los ejercicios de prueba de rendimiento) y variar la secuencia de problemas al azar (van Merriënboer, 1997).

Al igual que las tres primeras teorías, el modelo 4C/ID no ha sido creado para proporcionar apoyo explícito para establecer el alcance y la secuencia de objetos de aprendizaje. Sin embargo, sus recomendaciones sobre alcance y secuencia pueden extrapolarse para apoyar el diseño instruccional basado en objetos de aprendizaje. En resumen:

- Sobre las orientaciones respecto del ámbito de aplicación (alcance) es posible afirmar que los objetos de aprendizaje pueden ser de dos tamaños: Agrupaciones de objetos por habilidad, lo que van Merriënboer llama nivel macro, y problemas específicos (nivel micro). Las habilidades deben tener un alcance adecuado a fin de que una sola agrupación no requiera más de 200 horas de aprendizaje (van Merriënboer, 1997). El primer tipo de *cluster* debe ser lo suficientemente pequeño (o con un alcance suficientemente corto) como para que los alumnos comiencen la práctica en una versión simplificada pero auténtica del sistema, y que quepa toda la tarea dentro de los primeros días. El último tipo de clusters debe ser lo suficientemente grande (o con un alcance lo suficientemente amplio) como para *depende*r de todos los elementos constitutivos de las habilidades identificadas en el análisis preliminar. Los problemas específicos sólo deben ser lo suficientemente amplios como para dar ejemplos o para realizar prácticas de una determinada habilidad.
- Sobre las orientaciones respecto de la secuencia, se deduce que los objetos de aprendizaje deben ser secuenciados en función de su nivel y tipo, y con el fin de promover la transferencia cuando sea factible. Las agrupaciones de habilidades de nivel macro deben ser secuenciadas como anexos de una tarea, y de forma progresiva en función de la carga cognitiva, en el sentido de que los conocimientos se enseñan cada vez uno, y poco a poco juntos. Los objetos de meso-nivel deben ser secuenciados en función de una tarea común a todas las habilidades que se enseñan al mismo tiempo. En el caso del nivel micro, los problemas específicos pueden ser secuenciados en conjunto, en orden de fácil a complejo o, cuando sea factible, en una secuencia aleatoria con el fin de promover la transferencia.

2.7.3 Modelo LODAS

El conjunto de métodos que propone Wiley (2000) para el modelo LODAS (*Learning Object Design and Sequencing Theory*) vincula las funciones de problemas específicos, ejemplos prácticos, y su diseño instruccional previo, con determinados tipos de objetos de aprendizaje y proporciona orientación para el diseño de cada tipo de objeto de aprendizaje.

2.7.3.1 Clasificación de distintos tipos de objetos de aprendizaje.

Todos los objetos de aprendizaje tienen ciertas cualidades. Para Wiley es la diferencia en el grado o en la forma en que se manifiestan estas cualidades lo que hacen que un tipo de objeto de aprendizaje sea diferente de otro. Posteriormente presenta una taxonomía de tipos de objetos de aprendizaje con la que, según él, el diseñador debe familiarizarse.

Esta sección se incluye como referencia, y no contiene ningún diseño estándar. Las prescripciones de diseño están hechas sobre la base de la información incluida en la taxonomía. Se definen cinco tipos de objetos de aprendizaje. Pero a continuación solo se dan ejemplos de cada uno de los tipos y se explican sus diferencias y similitudes.

- *Tipo simple.* Por ejemplo, un archivo JPEG de una mano tocando un acorde en un teclado de un piano.
- *Combinaciones acopladas intactas (sin intervención instruccional).* Por ejemplo, un vídeo de una mano ejecutando un acorde en el teclado de un piano con el acompañamiento de audio.
- *Combinaciones modificables.* Por ejemplo, una página web dinámica que combina el formato JPEG y archivos de *QuickTime*, junto con material textual, ad-hoc.
- *Presentación generativa.* Por ejemplo, un *applet* Java capaz de generar gráficamente una serie distinta, y con intervención personal, de acordes que dependen de distintos parámetros de carácter en relación con técnica musical y ejecutante que pueden influir en distintas modalidades del acorde, en consonancia con el problema que se quiere abordar y relevantes para el mismo.
- *Objeto generativo de instrucción.* Por ejemplo, un “ejecutable” que incluya, o en el que vaya incrustada, o que le dé cobertura en el sentido que menciona Merrill (1999), a una transacción instruccional (Merrill, 1999), que suministra información a ambos (ejecutable y transacción instruccional) y proporciona la práctica del procedimiento o de los procedimientos asociados. El proceso del acorde raíz o la calidad y la inversión de la identificación (del acorde a la notao a la composición) serían ejemplos válidos de este tipo.

La estructura y definición de Wiley del quinto tipo de objeto de aprendizaje, basada en el concepto de Merrill, es bastante confusa y sin desarrollo práctico alguno del que hayamos encontrado referencia. Esto es un hecho así reconocido por Merrill en Reigeluth (1999) pág. 447, donde hace una llamada a futuros desarrollos que adopten estas ideas, y además intuye la tendencia a evolucionar en desarrollos adaptativos.

Distinguir entre distintos tipos de objetos de aprendizaje es una cuestión básica para decidir cómo se va a identificar un objeto para ser clasificado, y qué características va a exhibir para ser seleccionado. Estas características son atributos fundamentales, estables e independientes del contexto en las

instancias donde se almacenen. Así por ejemplo, las propiedades siguen siendo las mismas o no, una biblioteca digital de objetos de aprendizaje existe o no.

2.7.3.2 Taxonomía de objetos de aprendizaje

La Tabla 2.1. presenta la taxonomía que se ha mencionado anteriormente de los cinco tipos de objetos de aprendizaje con sus características más importantes y que los diferencian. No es exhaustiva, ya que sólo incluye tipos de objetos de aprendizaje que facilitan un alto grado de reutilización. Otros tipos de objetos de aprendizaje que dificultan o impiden prácticamente la reutilización, por ejemplo, todo un libro de texto digital creado en un formato que impide que cualquiera de sus partes vuelva a ser utilizada fuera del libro, se han excluido a propósito con el fin de no motivar su uso.

Algunos valores de las características que aparecen en la clasificación (como Alto, Medio y Bajo) son deliberadamente difusos, ya que la finalidad de esta taxonomía es únicamente facilitar la comparación, y no proporcionar una relación métrica independiente para clasificar objetos de aprendizaje fuera de contexto, tales como el tamaño del archivo en kilobytes (es decir, no pretende dar criterios de referencia). El alcance de esta tabla en este contexto es aumentar el conocimiento sobre el estado (revisión) de los objetos de aprendizaje en relación con secuenciación, y en menor medida con granularidad o ámbito de utilización.

<div>Objeto de aprendizaje</div> <div>Características</div>	Objeto de aprendizaje elemental	<i>Combinación acoplada cerrada</i>	<i>Combinación acoplada abierta</i>	<i>Presentación generativa</i>	Objeto de aprendizaje instruccional generativo
Número de elementos combinados	Uno	Pocos	Muchos	Pocos - Muchos	Pocos - Muchos
Tipo de objetos contenidos	Sencillo	Sencillo, Combinación cerrada	Todos	Sencillo, Combinación cerrada	Sencillo, combinación cerrada, presentación generativa
Reusable	(no aplicable)	No	Si	Si / No	Si / No
Función habitual	Exhibir, mostrar en pantalla	Para incluir en una unidad instruccional o una práctica	Para incluir en una unidad instruccional o una práctica	Exhibir, mostrar en pantalla	Generar una unidad instruccional o una práctica
Dependencia exterior al objeto	No	No	Si	Si / No	Si
Tipo de estructura procedimental contenida en el objeto	(no aplicable)	Ninguna, ni tan siquiera hoja de respuestas, con puntuación, basadas en el tema	Ninguna, o solo mención al dominio específico de instrucción y evaluación	Estrategias específicas de presentación	Independiente de la presentación, instrucción, evaluación y estrategias
Potencial de reutilización en otros contextos	Alto	Medio	Bajo	Alto	Alto
Potencial de reutilización en su mismo contexto	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto

Tabla 2.2. Taxonomía de objetos de aprendizaje

Las características del cuadro 1 se describen a continuación con más detalle

- Número de elementos combinados.- Describe el número de elementos individuales (como clips de vídeo, imágenes, etc), combinados con el fin de hacer el objeto de aprendizaje.
- Tipo de objetos contenidos - Describe el tipo de objetos que pueden combinarse para formar el nuevo objeto de aprendizaje.
- Reutilización de componentes de los objetos Describe el grado de facilidad con que los objetos constituyentes pueden ser visitados por separado y reutilizarse.
- Función habitual.- Describe la forma en que el objeto se utiliza generalmente.
- Dependencia exterior al objeto - Describe si el objeto remite a información externa a él (tales como la localización en la red, o en el mismo repositorio) sobre objetos de aprendizaje distintos a él mismo.
- Tipo de estructura procedimental contenida en el objeto.- Describe la función de los algoritmos y los procedimientos dentro del objeto.
- Potencial de reutilización en otros contextos - Describe la cantidad de posibilidades de uso instruccional en los diferentes contextos en los que el objeto de aprendizaje puede ser utilizado, es decir, el potencial de reutilización en diferentes áreas de contenido o dominios, por otros objetos.
- Potencial de reutilización en su mismo contexto.- Describe la cantidad de posibilidades de uso instruccional dentro de la misma área de contenidos o dominio.

2.7.3.3 Definiciones de los cinco tipos de objetos de aprendizaje

Anteriormente hemos dado ejemplos de los cinco tipos de objetos de aprendizaje y hemos descrito sus características han sido un ejemplo y sus características han sido descritas. Señalamos las definiciones estrictas de Wiley (2000) que constituyen parte esencial del modelo LODAS y que servirán como referencia y elemento de partida para el modelo propuesto.

- Tipo simple. Se trata de un recurso digital individual que no incluye ninguna combinación de otros objetos más simples. Es en general un objeto visual (u otro) que sirve de ayuda a una exposición, como ejemplo, o de ayuda a una función.
- Combinaciones acopladas intactas (sin intervención instruccional). Se trata de una combinación de un pequeño número de recursos digitales acoplados en la fase de diseño por el creador del objeto, cuyos elementos constitutivos no son accesibles individualmente (recuperables) del objeto combinación intacta en sí en un contexto y para un uso diferente. Este tipo de objetos puede admitir una intervención del usuario en términos de decisiones muy limitada (por ejemplo, admitir un cuestionario de respuestas sobre el tema expuesto, para proporcionar una puntuación) pero que no modifica la ejecución del objeto, ni de la secuencia instruccional, ni tampoco la estructura ni la lógica interna del propio objeto (generatividad). Estos objetos son de una sola finalidad, es decir

que deben proporcionar una instrucción o una práctica.

- **Combinaciones modificables.** Están constituidos por un mayor número de recursos digitales combinados por el usuario (diseñador, o docente) en una fase distinta de la de elaboración del objeto, por ejemplo cuando se haga un requerimiento del objeto. Los elementos constitutivos de la combinación modificable son directamente accesibles (recuperables) de la combinación y utilizables en otra combinación o en otro contexto. Este tipo de objetos se combinan a su vez entre sí y con combinaciones intactas para dar lugar a secuencias de instrucción.
- **Presentación generativa.** Contiene la base y el soporte lógico y estructural para combinar, o es la propia combinación ya generada, de objetos de aprendizaje de nivel inferior (objetos simples y combinaciones intactas). La presentación generativa de objetos de aprendizaje puede identificar en la red objetos accesibles y combinarlos adecuadamente o generar, por ejemplo mediante una llamada, los objetos y combinarlos para crear presentaciones para su uso en la enseñanza, o para realizar una tarea: La presentación generativa debe ser capaz de transmitir mensajes a otros objetos con la evaluación lógica cuando se utiliza en una práctica o en una simulación. Aunque este tipo de objetos de aprendizaje tienen un alto nivel de reutilización intra-contextual (pueden ser usados una y otra vez en contextos similares), tienen un nivel de reutilización extra-contextual (uso en ámbitos distintos de aquellos para los que fueron diseñados) relativamente bajo. Este y el siguiente darán lugar en nuestra propuesta a las guías didácticas.
- **Objeto generativo de instrucción.** Contiene la base y el soporte lógico y estructural para combinar, o es la propia combinación ya generada de objetos de aprendizaje de nivel inferior (objetos simples y combinaciones intactas) y la evaluación de las interacciones de los estudiantes con el objeto. Ha sido creado para soportar las pautas y directrices abreviadas de las secuencias de actividades instruccionales tales como “recordar y realizar una serie de pasos u operaciones”. Las *transaction shells* que ya hemos comentado, definidas por Merrill en su Teoría de la Transacción Instrucción (Merrill, 1999) se clasificarían como objetos de aprendizaje generativos de instrucción. El nivel de reutilización de los objetos generativos de instrucción es elevado, tanto en ambientes intra-contextuales como inter-contextuales.

2.7.4 Alcance y limitaciones del Modelo LODAS

La Teoría de Diseño y de Secuenciación de Objetos de Aprendizaje (LODAS) es una combinación de los métodos sintetizados en las teorías existentes descritas y de los nuevos trabajos realizados a partir de la taxonomía de objetos de aprendizaje expuesta. Estas estrategias de diseño comienzan con la definición del dominio de contenidos y terminan con estrategias instruccionales vinculadas a los objetos de aprendizaje, los que a su vez están secuenciados de acuerdo a la investigación sobre la transferencia de competencias desde los ambiente de

aprendizaje al medio ambiente de la práctica.

Wiley (2000) señala que LODAS, en el momento de su propuesta en 2000, solo se ha desarrollado y se ha descrito con el detalle estrictamente suficiente para su aplicación. Y anuncia que en futuros desarrollos se esbozarán futuras direcciones de investigación, que incluyan un método para probar y mejorar LODAS además de un ciclo experimental de aplicaciones.

Wiley (2000) señala además que este modelo representa un esfuerzo para colocar una nueva tecnología instruccional sobre "objetos de aprendizaje" en el contexto de la teoría de diseño instruccional. En el momento de su formulación señala que "aunque es la única teoría conocida del diseño instruccional para proporcionar apoyo explícito para el diseño instruccional y de uso instruccional compatible con IEEE 1484, no es en absoluto perfecta" (p.99).

Hablando de las teorías de diseño instruccional que figuran en Reigeluth (1999), así como en Aprendizaje por la Práctica, de Schank, y en la Teoría de Transacción Instruccional de Merrill, Reigeluth y Frick (1999) afirman:

[...] ninguna de las teorías descritas en este libro aún se ha desarrollado en un estado de perfección [...] debe ser patente que el desarrollo y el ensayo de teorías de diseño no es un esfuerzo gratuito. Es una cuestión de aproximación sucesiva. Estas teorías seguirán mejorando y perfeccionándose a través de numerosas iteraciones "(p. 633-635).

En el estudio de Wiley (2000) y en la propuesta que contiene (la teoría de LODAS) se considera como la primera iteración en este proceso de desarrollo. Se han tratado de conseguir los objetivos propuestos al inicio de la teoría (los propósitos), sin embargo, como Reigeluth y Frick se han apresurado a señalar, la teoría es sólo un paso en el desarrollo iterativo en curso, y LODAS debe ser "mejorado y perfeccionado durante muchas iteraciones".

Esta insatisfacción de Reigeluth coincide con la opinión recogida en la correspondencia con el autor (ver Anexo 1) y su deseo de no verse implicado — Reigeluth— en estas líneas de desarrollo del diseño instruccional. En definitiva, se trata de un modelo no aceptado ni considerado como una aportación relevante por Charles Reigeluth.

De esta forma, sucintamente, hemos expuesto las referencias y las ideas sintetizadas sobre lo que es relevante, lo que es central y básico, y por último lo que es valioso solo en parte para el propósito de la tesis pero que abre caminos para líneas de desarrollo, aplicación e investigación futuras:

1. El sentido y alcance de la *ayuda pedagógica*, contexto en el que se integra el diseño instruccional y la secuencia de objetos de aprendizaje, y más específicamente el modelo que proponemos.
2. Las teorías instruccionales que lo fundamentan: Básicamente la Teoría de la Elaboración de Reigeluth, en sus diversas derivaciones y actualizaciones, así como las teorías clásicas de Análisis de Contenidos y Análisis de la Tarea —en el dominio de lo puramente de diseño educativo— y la Teoría LODAS en el diseño instruccional

aplicado a objetos de aprendizaje, secuencia y alcance.

3. Las limitaciones de LODAS sobre adaptatividad y simplificación a las que se quiere aportar un grado de solución.
4. Los más recientes desarrollos teóricos que permiten abordar a este nivel problemas singulares para nuestro modelo así como abrir nuevas líneas de desarrollo: Las tres teorías restantes Modelos de Trabajo de Síntesis, Teoría del Dominio, y el Modelo de diseño instruccional de cuatro componentes.

En el siguiente capítulo se detalla y plantea el problema a que pretendemos dar solución con esta tesis, dentro del contexto general determinado por las conclusiones y afirmaciones discutidas en el capítulo 2.

Capítulo 3. Planteamiento del problema

But none of the theories described in this book has yet been developed to a state of perfection.... it should be patent that the development and testing of design theories is not a one-trial endeavor. It is a matter of successive approximation. Such theories continue to be improved and refined over many iterations.

Charles M. Reigeluth

This study represents an effort to place a new instructional technology called "learning objects" within the context of instructional design theory. While Learning Object Design and Sequencing Theory (LODAS) is the only known instructional design theory to provide explicit support for the instructional design and instructional use of IEEE 1484 compatible learning objects, it is by no means perfect.

David Wiley

3.1 Introducción

En este capítulo se pretende describir el problema a resolver en este trabajo.

El problema que nos planteamos, y a cuya resolución pretendemos contribuir, es cómo hacer el análisis de contenidos de aprendizaje para su secuenciación y para la elaboración de especificaciones que vinculen objetos de aprendizaje a los contenidos, su organización y su secuenciación de tal forma que puedan ser interpretadas y ejecutadas por un programa informático para producir objetos de aprendizaje basados en el diseño instruccional.

En el capítulo 2 hemos expuesto las referencias y las ideas sintetizadas sobre lo que es relevante para el presente trabajo. De esta forma hemos tratado de distinguir, de lo que se ha desarrollado e investigado, entre lo que es central y básico, y lo que es valioso solo en parte, pero que abre caminos para líneas de desarrollo, aplicación e investigación futuras.

3.1.1. Definiciones previas

Por su importancia y por las reiteradas referencias que se hacen en éste y en los capítulos siguientes a los términos y a los constructos conceptuales vinculados a ellos, creemos adecuado dar una sucinta definición al principio de los siguientes

conceptos:

- **ADAPTATIVIDAD/ADAPTATIVO:** relativo a los modelos de secuenciación tal como lo establecen Reigeluth (2008) y Wiley (2000) que vinculan el ámbito de aplicación (*scope*) de los objetos con la naturaleza de las habilidades a desarrollar y con sus agrupamientos (*skill clusters*) constituyendo estilos según cada individuo o categoría de individuos.
- **GENERATIVIDAD/GENERATIVO:** Rasgo o capacidad que permite un diseño instruccional (CETL, 2007), (Boyle T., 2006) ejecutable y articulado para producir una clase de objetos de aprendizaje con este rasgo.

Un diseño generativo articula y hace explícitas las decisiones (normalmente implícitas), en el diseño para el aprendizaje, de los individuos que participan como usuarios (alumnos) y como diseñadores. Para ello, utiliza una forma de representación conceptual tomada y adaptada desde los principios de la lingüística generativa.

La segunda forma de articulación es hacer explícitas estas decisiones en un formato o código que puede ser ejecutado por un programa informático para producir objetos de aprendizaje basados en el diseño.

3.1.2. Necesidad y motivación de la tesis

Este trabajo representa una de las múltiples iteraciones a que hace alusión Reigeluth (Reigeluth y Frick, 1999 p. 633-635) como posibles continuaciones de su propio trabajo. Y también representa una aportación a resolver los problemas que su propio autor (Wiley, 2000 p. 99) plantea para la teoría denominada *Learning Object Design and Sequencing Theory* (LODAS), buscando soluciones específicamente en el terreno de la simplicidad y de la adaptatividad.

La motivación de este trabajo está pues en las limitaciones que plantean Wiley y Reigeluth y las deficiencias que se han descrito anteriormente en el análisis de la cuestión. La aportación concreta de la tesis por tanto es un esfuerzo original para definir una técnica de secuenciación de contenidos aplicable en el contexto del diseño instruccional que supere las limitaciones detectadas (que se describen a continuación en este capítulo) en el modelo existente (LODAS), que no es satisfactorio completamente para su autor ni para sus inspiradores teóricos (Merril y Reigeluth). Por otra parte, en la elaboración del modelo teórico propuesto, hemos tenido en cuenta el éxito obtenido en la práctica del diseño, elaboración y despliegue de sistemas de repositorios de objetos de aprendizaje generativos llevados a cabo por el RLO-CETL (*Centre for Excellence for the design, development and use of learning objects*³).

³ <http://www.rlo-cetl.ac.uk/>

Para ello se analizan las actuales carencias y déficits teóricos que plantea LODAS a la luz de lo que dicen la teoría de la elaboración general, la teoría de simplificación de condiciones (ambas de Reigeluth), la Teoría de la Transacción Instruccional de Merrill (*Instructional Transaction Theory*) y las experiencias del RLO-CETL.

Wiley (2000) señala que LODAS, en el momento de su propuesta en 2000, sólo se ha desarrollado y se ha descrito para llegar al detalle suficiente para su aplicación. Y anuncia que en futuros desarrollos se esbozarán las futuras direcciones de investigación, que incluya un método para probar y mejorar LODAS además de un ciclo experimental de aplicaciones. Wiley (2000) señala además que este modelo representa un esfuerzo para colocar una nueva tecnología instruccional sobre "objetos de aprendizaje" en el contexto de la teoría de diseño instruccional existente. En el momento de su formulación señala que "aunque LODAS es la única teoría conocida del diseño instruccional para proporcionar apoyo explícito para el diseño instruccional y de uso instruccional compatible con IEEE 1484, no es en absoluto perfecta" (p.99).

Hablando de las teorías de diseño instruccional que figuran en Reigeluth (1999), así como en Aprendizaje por la Práctica, de Schank, y en la Teoría de Transacción Instruccional de Merrill, citado por Wiley (2000), Reigeluth y Frick (1999) afirman:

Pero ninguna de las teorías descritas en este libro aún se ha desarrollado en un estado de perfección.... debe ser patente que el desarrollo y el ensayo de teorías de diseño no es un esfuerzo gratuito. Es una cuestión de aproximación sucesiva. Estas teorías seguirán mejorado y perfeccionándose a través de numerosas iteraciones "(p. 633-635).

En el estudio de Willey (2000) y en la propuesta que contiene (la teoría LODAS), éste la considera como la primera iteración en el proceso de desarrollo. Se han tratado de conseguir los objetivos propuestos al inicio de la teoría (los propósitos), sin embargo, como Reigeluth y Frick se han apresurado a señalar, la teoría es solo un paso en el desarrollo iterativo en curso, y LODAS debe ser "mejorado y perfeccionado durante muchas iteraciones".

Esta insatisfacción de Reigeluth coincide con la opinión recogida en la correspondencia con el autor (vease Anexo 1) y su deseo de no continuar — Reigeluth— en estas líneas de desarrollo del diseño instruccional, sin entrar si es por una opción personal o por escepticismo investigador. En definitiva se trata de un modelo no aceptado ni considerado como una aportación relevante por Charles Reigeluth, al menos para que merezca su interés.

La aportación fundamental del presente trabajo (elaboración del modelo) consiste en definir un procedimiento de secuenciación y una taxonomía de objetos de aprendizaje a partir del análisis y la diferenciación de sus características, haciendo énfasis en los aspectos generativos y de transacción instruccional vinculándolos a los grupos de habilidades para los cuales se definen. Se recogerán las derivaciones que se obtengan como aportaciones particulares para vincular contenidos semánticos procedentes del área de la psicología del aprendizaje (competencias simples, competencias complejas,

conjunto de competencias asociadas...) con constructos utilizados en el dominio de la computación como “granularidad”, “alcance” de objetos de aprendizaje reutilizables. Se aplicará el modelo a un caso y se evaluará el resultado, obteniendo conclusiones y orientaciones para desarrollos futuros y distintos.

3.2 Análisis de limitaciones y déficits en los modelos existentes

En el análisis que hacemos y que hacen Reigeluth y Wiley (aquél a través de éste), las dos primeras preguntas que deben responderse en relación con el diseño y la combinación de objetos de aprendizaje son cuestiones de *alcance* y *secuencia*. Por lo tanto, el objetivo principal de la teoría que debe ilustrar cualquier proyecto de diseño instruccional es proporcionar orientaciones de alcance y secuencia para la organización y despliegue de objetos de aprendizaje.

Sin embargo para Reigeluth la eficiencia de los objetos en sí y del diseño instruccional donde se insertan no es el objetivo último sino el conseguir una adaptación a las diferencias individuales de los alumnos. Establecer una correlación entre las características del uso del objeto y las diferencias individuales de los alumnos. Esta conceptualización enlaza directamente con el carácter abierto de los *generative learning objects* (GLO) (CETL, 2007; Boyle, 2006). Concretamente, “el concepto de GLO trata de alcanzar un aumento significativo de la eficiencia de la instrucción, entendida ésta en cuanto a incrementar las posibilidades de adaptar los objetos a las características del alumno, y a reflejar esta posibilidad en el diseño instruccional” (Reigeluth, comunicación personal a Wiley, 14 de junio, 2000).

La crítica que hace Wiley (2000) para los objetos de aprendizaje y para su propio modelo LODAS, asumida explícitamente en la propia redacción de la tesis, es que se expone en lo que sigue. En primer lugar, es consciente del considerable alcance teórico y del impacto de su teoría. No obstante el resultado no es el esperado en cuanto a adopción por los interesados, los docentes y sobre todo los estudiantes. Una vez que las consideraciones de adaptatividad se combinan con la práctica de los objetos de aprendizaje, ésta debería ser considerablemente más atractiva para los estudiantes que son los usuarios de la formación. Sin embargo no ha sido así.

No obstante, como decimos, las teorías de diseño instruccional que proporcionan orientaciones abiertas para hacer del alcance y la secuencia la base de las decisiones fueron seleccionadas en la revisión de teorías que hizo en su tesis (Wiley, 2000) y se utilizan en la creación de la propuesta de de la teoría para el diseño instruccional de objetos de aprendizaje (LODAS).

Igualmente en las cuatro teorías revisadas en el capítulo anterior, en cada revisión, se incluye una descripción y discusión, que termina con un resumen sobre orientación en cuanto a temas de alcance y de la secuenciación que proporciona la teoría en cuestión. El modelo que proponemos pretende superar estas limitaciones.

El propósito es superarlas eliminando elementos que atribuyen, en los

modelos vigentes, excesiva complejidad en la definición y en el esquema de elementos vinculados con las demandas de adaptarlos a sistemas de organización del conocimiento y de los estilos de aprendizaje muy singulares, con un fin no siempre conseguido de aumentar la singularidad de las especificaciones frecuentemente innecesarias o no demandadas por los usuarios. Otro propósito es aumentar la eficiencia en la adaptación en sentido contrario, añadiendo elementos de adaptatividad. Creemos que hay una limitación en la tipología vigente. Concretamente, faltan elementos de integración en formato de componente instruccional (objeto de aprendizaje) que integren y den sentido al resto de componentes.

A continuación se detallan los dos propósitos fundamentales que son objetivo del presente trabajo de tesis doctoral.

3.2.1 Complejidad

Como ya señalamos en el capítulo 2, desde el campo del diseño instruccional tecnológico se constata (Wiley, 2000) el peligro de una situación de proliferación de despliegue de objetos de aprendizaje, o en general, de material tecnológico de potencial o eventual uso instruccional, sin una base teórica o carente de principios de organización y de estructuración lógica formal. Desde este sector se detecta la necesidad de una teoría del diseño instruccional clásico que dé apoyo y fundamentación a la práctica del diseño instruccional tecnológico.

Es esta línea de pensamiento la que lleva a Wiley (2000) en su tesis a establecer una teoría general para la organización y secuenciación de objetos de aprendizaje, denominada LODAS. Wiley parte del concepto general de teoría instruccional clásico definido por Reigeluth (1999) que la define como “métodos de instrucción y las situaciones en que estos métodos deben de utilizarse”. Definición que en todo momento tendremos como referencia: métodos vinculados a situaciones.

En el trabajo citado se revisan, sintetizan y combinan cuatro teorías de diseño instruccional: la propia Teoría de la Elaboración (Reigeluth, 1999), el Modelo de Trabajo de Síntesis (*Work Model Synthesis*) de Gibbons et al. (1995), la Teoría de Dominio (Bunderson, Newby y Wiley, 2000), y el modelo de Diseño Instruccional de Cuatro-Componentes (*Four-Component Instructional Design model*) de van Merriënboer (1997).

Los elementos fundamentales que trataremos en esta tesis relativos a la complejidad son los siguientes:

A. En LODAS se establecen las directrices para:

- a) el análisis del contenido, diferenciándolo en elementos de aprendizaje;
- b) la síntesis y organización conjunta en un esquema de relaciones operativas y conceptuales, en ambos casos de los contenidos de

aprendizaje de un área de contenido indiferenciada inicialmente (por ejemplo, Matemáticas, Psicología,...)

c) la aplicación de las especificaciones que se derivan de la organización para el alcance y la secuencia de objetos de aprendizaje.

B. La teoría también ofrece una taxonomía de cinco tipos de objetos de aprendizaje y proporciona orientaciones para el diseño integrado y contextualizado de los diferentes tipos de objetos de aprendizaje.

Sin embargo se entiende que, si bien es necesaria una elaboración conceptual y teórica, ésta ha de ser **simplificada** para atender las necesidades prácticas que se deriven del diseño instruccional en un nivel que explicita las ideas implícitas existentes y que conecte con las experiencias y problemas sentidos por docentes y diseñadores. En la idea de que cualquier consideración teórica que vaya más allá dará una complejidad innecesaria al modelo haciéndolo inasumible.

De esta idea de simplificación se concluye como primer requisito operativo para la resolución del problema que planteamos, y que hemos de tener presente el siguiente:

El nivel de diferenciación y de complejidad del modelo LODAS y de las cuatro teorías es innecesario y redundante, haciendo difícil y poco atrayente el método y el procedimiento que de él se deriva como para ser utilizado por docentes y por diseñadores instruccionales. Un rasgo del modelo que propondremos es el de que ha de ser un método **simplificado** basado en la teoría clásica de la elaboración de Reigeluth, que aplicamos en la parte nuclear de la tesis.

3.2.2 Adaptatividad

El segundo objetivo que nos planteamos, y que dejan abierta Merrill, Reigeluth y Wiley como línea de investigación y de desarrollo, como rasgo esencial de los objetos de conocimiento y de los objetos de aprendizaje, es la adaptatividad, que vinculado con los elementos computacionales y sus posibilidades de variación mediante parámetros se llama generatividad.

Cuando los diseñadores instruccionales y los docentes dejan de plantearse qué es un objeto de aprendizaje, se plantean el alcance de mismo: cuáles son los componentes de un objeto de aprendizaje, qué es un objeto de aprendizaje ya elaborado, cuáles son las consecuencias de la ejecución de un objeto de aprendizaje, qué es lo esencial, lo necesario y lo superfluo o prescindible, etc. Preguntas que permiten establecer una forma de práctica educativa y un nivel primario de adaptatividad.

Hay un segundo nivel de adaptatividad ya descrito anteriormente: la secuencia. Que responde a preguntas como: Qué hago ahora con estos objetos

de aprendizaje, para qué pueden ahora ser usados, cómo puedo ensamblarlos, en qué orden deben ofrecerse y plantearse al alumno.

Pero la adaptatividad tiene que ver con preguntas que relacionan el aprendizaje con tipos de alumnos, situaciones y habilidades: a qué intenciones educativas (instruccionales) obedecen los objetos de aprendizaje, en qué contexto se integran, para qué alumnos, qué han de tener y no tener los objetos para ser ubicados en contextos de aprendizaje para desarrollar habilidades distintas y cómo se asocian los objetos generativamente para desarrollar un grupo próximo o común de habilidades. La Tabla siguiente resume esos niveles de adaptatividad.

<i>Primer nivel de adaptatividad alcance, ámbito de aplicación</i>	<i>Segundo nivel de adaptatividad Secuencia</i>	<i>Tercer nivel de adaptatividad: Aprendizaje</i>	<i>Cuarto nivel de adaptatividad: Generatividad y grupos de habilidades</i>
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son los componentes de un objeto de aprendizaje? • ¿Qué es un objeto de aprendizaje ya elaborado? • ¿Qué pasa cuando se ejecuta un objeto de aprendizaje? • ¿Qué es lo innecesario? 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué hago con estos objetos de aprendizaje? • ¿Para qué pueden ser usados? • ¿Cómo puedo ensamblarlos? • ¿En qué orden deben ofrecérsele al alumno? 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿A qué intenciones educativas (instruccionales) obedecen los objetos de aprendizaje? • ¿En qué contexto se integran? • ¿Para qué alumnos? 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué han de tener y no tener los objetos para ser ubicados en contextos de aprendizaje para desarrollar habilidades distintas, • ¿Cómo se asocian los objetos generativamente para desarrollar un grupo próximo o común de habilidades?

Tabla 3.1.2 Niveles de adaptatividad para el diseño

En el análisis de Reigeluth (1999) y Wiley (2000), las dos primeras preguntas que deben responderse en relación con el diseño y la combinación de objetos de aprendizaje son cuestiones de alcance y secuencia. Por lo tanto, el objetivo principal de la teoría que debe ilustrar cualquier proyecto de diseño instruccional es proporcionar el alcance y la secuencia de orientación para la organización y despliegue de objetos de aprendizaje.

Sin embargo para Reigeluth, como ya se ha dicho, la eficiencia de los objetos en sí y del diseño instruccional donde se insertan no es el objetivo último sino el conseguir una adaptación a las diferencias individuales de los alumnos. Esta conceptualización enlaza directamente con el carácter abierto de los GLO (Reigeluth, comunicación personal a Wiley, 14 de junio, 2000).

De esta idea de simplificación se concluye como **segundo requisito operativo** para la resolución del problema que planteamos (en la definición de modelo y procedimientos asociados), y que hemos de tener presente:

La adaptatividad, o el carácter adaptativo a las diferencias individuales o grupales (como los estilos de aprendizaje, la metacognición, etc.) es un aspecto

principal en el diseño. Es la segunda característica que nos hace asumir la Teoría de la Elaboración como fundamento para el modelo planteado.
--

No obstante las teorías de diseño instruccional que proporcionan orientaciones abiertas para hacer del alcance y la secuencia la base de las decisiones las hemos seleccionado en la revisión de teorías que hizo en su tesis (Wiley, 2000) y se utilizarán ahora en la creación de la propuesta del modelo para el diseño instruccional de objetos de aprendizaje. Las exponemos a continuación.

3.3 Conclusiones de la revisión de las cuatro restantes teorías

Ya hemos visto que hay cuatro teorías de diseño instruccional compatibles con el planteamiento que hemos hecho, abiertas, y que contienen planteamientos de alcance y secuenciación:

1. Teoría de la Elaboración (en sentido amplio), *Elaboration Theory* (Reigeluth, 1999a).
2. Modelos de trabajo de síntesis, *Work Model Synthesis* (Gibbons, et al., 1995).
3. Teoría del dominio, *Domain Theory* (Bunderson, Newby y Wiley, 2000).
4. Modelo de diseño instruccional de cuatro componentes, *Four-Component Instructional Design model* (van Merriënboer, 1997).

Estas teorías se analizaron y revisaron de forma descriptiva y crítica, concluyendo orientaciones para el alcance y la secuenciación, que hemos expuesto en el apartado anterior.

Ahora haremos una nueva **revisión crítica** para fundar el modelo propuesto de forma simplificada y adaptativa.

3.3.1 La Teoría de la Elaboración de Reigeluth (1999a)

Ha sido descrita de forma extensa (Reigeluth, 1999a) en otros lugares de este trabajo y suministra la base teórica fundamental para el modelo que vamos a proponer. Abundando en lo expuesto en la Tabla 3.1.2, Wiley (2000) sostiene que la adaptatividad ayuda a los usuarios a "seleccionar y contenido de la secuencia de tal forma que se optimice el logro de objetivos de aprendizaje" (p. 426). Este planteamiento es apoyado por citas numerosas a la literatura (Reigeluth, et al. 1980; Reigeluth y Darwazeh, 1982; Reigeluth, 1992, 1979) y ha sido revisado críticamente por Wilson y Cole (Wilson y Cole, 1992). En cualquier caso la asumimos de forma íntegra en la versión descrita en el apartado 2.5.4 como la aportación más reciente en el modelo *Simplifying*

Conditions Method (SCM), reseñada y tratada en el apartado anterior.

3.3.2 Modelo de trabajo de síntesis.

Recordemos que Gibbons et al. (1995) describe el trabajo que hace el diseñador instruccional como un trabajo de síntesis que “sistemáticamente combina y recombina tareas y objetivos que, a través de procedimientos de análisis de la tarea, se han fragmentado en un nivel bajo”. Es decir, catalogan los problemas (desde el punto de vista del diseñador instruccional) mediante la correspondencia de los eventos instruccionales de forma estricta, tradicional, y de uno a uno, desde los objetivos hasta los eventos (actividades para aprender conceptos y procedimientos). Este planteamiento entraña la necesidad de que la instrucción, y su práctica se produzca en los diferentes medios (recursos) y con diferentes recursos integrados, así como que la práctica sea cada vez más en entornos de ejecución más realistas, la necesidad de prácticas cada vez más integradoras, así como la necesidad de objetivos relacionados con el grupo. El modelo de trabajo de síntesis también se basa en el concepto de “micro-mundos cada vez más complejos” (Burton, et al., 1984).

Este tipo de análisis es innecesariamente complicado. En nuestro modelo SAM se propone una metodología de mapeo de eventos para establecer relaciones entre contenidos que después en la práctica se traslada a especificaciones de secuencia. En la taxonomía de eventos que proponemos solo incluimos eventos conceptuales y procedimentales, o mixtos de ambos, dejando la integración de recursos para una fase posterior a la secuenciación del diseño instruccional.

Como conclusión respecto del ámbito de aplicación (**alcance**), los objetos de aprendizaje (en este caso se les confunde quizá con actividades) son eventos instruccionales que surgen, como resultado, instados por un modelo de trabajo, y deben ser lo suficientemente grandes como para enseñar significativamente procesos del mundo real o ejecuciones.

Como conclusión para las orientaciones respecto de **secuenciación**, los objetos de aprendizaje deben ser secuenciados en un orden que simula el conocimiento del mundo real, de tal manera que su rendimiento aumenta en proporción a la fidelidad a la realidad (la verosimilitud). Por otro lado como más de un objeto de aprendizaje puede crearse a partir de un único modelo de trabajo, y en función del mismo o de los mismos objetivos de aprendizaje, se puede establecer una relación de equivalencia entre los objetos de aprendizaje a la hora de secuenciarlos. De tal forma que se pueden sustituir unos por otros en la secuencia.

Conclusión-revisión crítica para nuestro modelo: Esta idea, la de la equivalencia para la secuenciación, es importante y ha de ser tenida en cuenta pero no es el elemento más significativo ni el más identificador del modelo. El mundo real no es el elemento más importante a la hora de la secuencia, ni tan siquiera a la hora de conectar con el mundo de los intereses, significaciones o representaciones de los alumnos, que es mucho más complejo y difícil de abarcar en un modelo simplificado o de síntesis.

3.3.3 Teoría del Dominio.

La Teoría del Dominio de Bunderson, Newby, y Wiley (2000) es una extensión del modelo de trabajo de síntesis aplicado a la evaluación. Proporciona pautas sobre alcance y secuencia basadas en la Teoría Fundamental de la Medición (Krantz et al. 1971, 1989, 1990; Perline, et al. 1979; Wright 1985; Fisher y Wright 1994; Michell 1999).

La Teoría del Dominio proporciona un método riguroso para la exploración y mapeo de un dominio de conocimientos, apoyándose en cuatro tipos matemáticamente sofisticados de invarianza para proporcionar una visión estable del dominio a través del tiempo: Invarianza en el conjunto de individuos, invarianza en la tarea, invarianza en la unidad de medida, e invarianza de interpretación.

El Modelo de Trabajo de Síntesis unifica, sintetiza, las tareas, pero prescinde de la representación individual. La superación de este déficit se produce, en el método de la teoría de Síntesis con ayuda de los antiguos métodos del CAI (*computer-assisted instruction*) utilizando los recursos de la representación experta. Es decir implementa recursos para que los expertos en contenidos incorporen lo que pueden hacer con sus conocimientos, en lugar de representar en abstracto lo que saben.

En conclusión podemos extraer como orientación para la metodología de trabajo, pero no automatizado, sino de trabajo en equipos mixtos de docentes, diseñadores-instruccionales-tecnológicos (informáticos), documentalistas, etc. la recogida de datos mediante patrones y la incorporación en términos de objetos de tareas reales. Esto enlaza con la metodología de la generatividad ya mencionada.

3.3.4 Modelo de diseño instruccional de cuatro componentes de van Merriënboer

Este modelo de diseño instruccional supone una sofisticada forma de diseñar la formación que se apoya en el aprendizaje de habilidades cognitivas complejas.

Tiene cuatro fases. La primera es el "Principio de descomposición de habilidades", donde se rompe la estructura compleja de las habilidades con objeto de formar o entrenar en el desempeño de un conjunto de habilidades cognitivas más simples: Habilidades recurrentes (algoritmos) y habilidades no recurrentes (heurísticos). En la segunda fase, se lleva a cabo un análisis más detallado de estos dos conjuntos de habilidades, con objeto de revelar, el tipo de conocimiento en que se apoyan. En la tercera fase se seleccionan métodos de instrucción para la práctica de habilidades constituyentes de la competencia principal, y se diseña y despliega la información de apoyo. En la cuarta fase se redacta la estrategia de capacitación.

Van Merriënboer identifica tres niveles de alcance, o granularidad⁴: habilidad para identificar las agrupaciones de habilidades, para plantear un caso tipo, y para resolver problemas específicos. Una vez que el constituyente principal de la habilidad ha sido identificado, indicando los objetivos de lo que tenemos que hacer y qué hacer con los resultados, etc. se pueden crear procedimientos similares para cada caso.

De aquí podemos obtener tres conclusiones generales más que pueden ser útiles a nuestro propósito.

Según Wiley (Wiley, 2000), Van Merriënboer preferiría un método de elaboración como la Teoría de la Elaboración de Reigeluth (Reigeluth, 1999a) para tareas más complejas que requieran un nivel de *epitomización* y dejar este método, el de Cuatro Componentes, para tareas más heurísticas que escapan a la epitomización merced a una naturaleza más simple y generalizable.

Sin embargo una vez que descarta este método para conseguir una mayor generalidad merced a la categorización de casos, él apela, en la primera fase de su procedimiento, a la construcción de dos a cinco grupos de habilidades. Estos grupos representan en su conjunto las tareas, y comprenden el más alto nivel de granularidad (alcance) en el modelo 4C/ID. De ahí hacia abajo Van Merriënboer establece de forma anidada un grupo limitado de casos tipos, es la categoría de problemas y ejemplos que el alumno experimentará durante la instrucción, y representan el nivel medio de la escala de granularidad (o alcance) en el modelo 4C/ID. Por último, dentro de cada tipo de caso hay varios problemas específicos. Estos son los ejemplos y problemas con los que interactúa el alumno durante la instrucción, y representan el nivel más bajo de granularidad en el modelo 4C/ID.

Realmente esto coincide con los cuatro niveles de elaboración que hemos utilizado en el caso práctico que utilizamos en esta tesis para aplicar el modelo que elaboramos — el problema de Programación Lineal—, sin haber pasado por las cuatro fases del modelo 4C/ID. Al menos de forma explícita. Existe una gran similitud entre este modelo y la Teoría de la Elaboración de Reigeluth, pero con una considerable simplificación de ésta respecto de aquella.

Van Merriënboer también identifica tres niveles de la secuencia: nivel macro, meso-nivel, y micro-nivel. El modelo 4C/ID proporciona instrucciones detalladas sobre la secuenciación en cada uno de estos niveles. A nivel macro, los *skills clusters* están ordenados de acuerdo a una parte de la secuencia de tareas. Estas agrupaciones de habilidades (*clusters*) deben estar ordenadas de tal forma que las competencias en el primer grupo son "requisito previos" para el éxito en el segundo grupo, y así sucesivamente. En el nivel meso, los caso-tipo están ordenados de acuerdo a una tarea en toda la secuencia. Por último, a nivel micro, el modelo 4C/ID presenta opciones de secuenciación para problemas específicos basados la interpretación de Sweller (1988) de la Teoría Cognitiva de Carga (se refiere a la carga cognitiva de la tarea), en la cual los tipos de problema varían según la secuencia, en interacción con el tipo de alumno. Para

⁴ Es muy importante esta identificación entre conceptos centrales: la granularidad equivale al alcance, el ámbito de aplicación o en otro contexto al nivel de elaboración.

tareas complicadas, donde la interacción alumno con ejemplos y problemas se espera que sea de alta carga cognitiva (por ejemplo, los problemas convencionales de rendimiento sin limitaciones), los caso-tipo están ordenados de simple a complejo como forma de evitar la sobrecarga cognitiva. Sin embargo, con el fin de promover la transferencia de nuevas competencias a la solución de situaciones problemáticas, el modelo 4C/ID recomienda la búsqueda de tipos de problema de baja carga (por ejemplo, ejercicios de ejemplos, la conclusión tareas, problemas convencionales y no con las ejercicios de prueba de rendimiento) y variando secuencia de problemas al azar (van Merriënboer, 1997).

Al igual que con las tres primeras teorías, el modelo 4C/ID no ha sido creado para proporcionar apoyo explícito para establecer el alcance y la secuencia de objetos de aprendizaje. Sin embargo, sus recomendaciones sobre alcance y secuencia pueden extrapolarse a apoyar el diseño instruccional basada en objetos de aprendizaje.

Resumiendo las orientaciones respecto del **ámbito de aplicación (alcance)** del modelo 4C/ID, los objetos de aprendizaje pueden ser de dos tamaños: Agrupaciones de objetos por habilidad (*skills clusters*), lo que van Merriënboer (1997) llama nivel macro, y problemas específicos (nivel micro). Los *skills clusters* deben tener un alcance adecuado a fin de que una sola agrupación (*clusters*) no requiera más de 200 horas para aprender (van Merriënboer, 1997).

El primer tipo de *cluster* debe ser lo suficientemente pequeño como para que los alumnos comiencen la práctica en un sistema simplificado, pero auténtico, una versión de toda la tarea dentro de los primeros días. El último tipo de *clusters* debe ser lo suficientemente grande como para depender de todos los elementos constitutivos de habilidades identificadas en el análisis preliminar. Los problemas específicos sólo debe ser lo suficientemente amplios como para dar ejemplos o para realizar prácticas de una determinada habilidad.

Estas orientaciones de van Merriënboer (1997) son válidas para el trabajo de diseño instruccional tecnológico, en lo que se refiere a granularidad. Pero añaden poco a alcance estrictamente (como ámbito de actuación) y al trabajo que estamos haciendo, pero dejan un camino abierto para el análisis de cómo afectan las agrupaciones a la secuenciación).

Resumiendo igualmente las conclusiones del modelo 4C/ID respecto de la secuencia, los objetos de aprendizaje deben ser secuenciado en función de su nivel y del tipo, y con el fin de promover la transferencia cuando sea factible. Los *clusters* (agrupaciones de habilidades) de nivel macro deben ser secuenciados anexados a una tarea y de forma progresiva en función de la carga cognitiva, en el sentido de que los conocimientos se enseñan cada vez uno, y poco a poco juntos. En el caso de objetos de meso-nivel deben ser secuenciados en función de una tarea común a todas las habilidades que se enseñan al mismo tiempo. En el caso de nivel micro, los problemas específicos pueden ser secuenciados en conjunto, en orden de fácil a complejo o, cuando sea factible, en una secuencia aleatoria con el fin de promover la transferencia.

Estos cuatro modelos tienen orientaciones y conclusiones que vamos a

utilizar en el punto siguiente como respuesta a los problemas que planteamos en la introducción de este punto y en la fase siguiente para implementar en el modelo que proponemos.

3.4 Conclusiones sobre taxonomía de objetos de aprendizaje

Al igual que hemos hecho en los puntos anteriores extrayendo conclusiones críticas sobre complejidad y adaptatividad de los modelos existentes, particularmente con el modelo LODAS, y también hemos hecho sobre los temas de **alcance** y **secuencia** en LODAS y en los cuatro modelos en que se basa, en este punto, siguiendo el hilo de revisión crítica que nos permita establecer unas bases para la propuesta de modelo alternativo haremos una revisión crítica de la taxonomía de objetos como parte sustantiva del modelo LODAS de Wiley.

Al igual que en caso de Wiley (2000), como sucede con el modelo LODAS, en este caso en función de lo analizado en las conclusiones sobre las cuatro teorías (con las correspondientes orientaciones sobre alcance y secuenciación y las pautas para el diseño y taxonomías para tareas, tipos de habilidades y agrupaciones (skills clusters) establecemos una taxonomía de tipos de objetos de aprendizaje.

Pero no sólo tendremos en cuenta lo tratado con referencia a las cuatro teorías, sino a las propias limitaciones (revisión crítica de lo justificado por Wiley) y los déficits prácticos que presenta su aplicación. El conjunto de métodos que proponemos vincula las funciones de problemas específicos, ejemplos prácticos, y su diseño instruccional previo con determinados tipos de objetos de aprendizaje y proporciona orientación para el diseño de cada tipo de objeto de aprendizaje.

Todos los objetos de aprendizaje tienen ciertas cualidades. Para Wiley es la diferencia en el grado o en la forma en que se manifiestan estas cualidades lo que hacen que un tipo de objeto de aprendizaje sea diferente de otro, para el modelo que proponemos es práctica vinculada a estas características lo que hace que sean diferentes y los asociaremos en categorías no exhaustivas según esas características.

El análisis de Wiley pues se centra en los aspectos puramente computacionales. Estos constituyen el criterio principal de clasificación, los criterios instruccionales son secundarios y subordinados. Por ejemplo cuando dice acoplado intacto, simple, modificable, etc. está hablando desde el ángulo de la estructura y de la programación de los objetos de aprendizaje como objetos informáticos.

Así los clasifica en tipo simple, combinaciones acopladas intactas (sin intervención instruccional), combinaciones modificables, presentación generativa y objeto generativo de instrucción.

De esta forma podemos concluir de forma crítica que la estructura y definición de Wiley, del quinto tipo de LO, basada en el concepto de Merrill, es confusa y sin desarrollo práctico alguno del que hayamos encontrado referencia. Esto es un hecho así reconocido por Merrill en Reigeluth (1999) pág. 447, donde hace una llamada a futuros desarrollos que adopten estas ideas, y además intuye la tendencia a evolucionar en desarrollos adaptativos.

Es mucho más concreto y con desarrollos prácticos adoptados por las universidades británicas asociadas a CETL el modelo GLO que desarrollamos en otro capítulo y donde basamos nuestra propuesta de modelo simplificado y adaptativo.

Distinguir entre distintos tipos de objetos de aprendizaje es una cuestión básica para decidir cómo se va a identificar para ser clasificado y las características que va a exhibir para ser seleccionado. Estas características son atributos fundamentales, son estables e independientes del contexto en las instancias donde se almacenen (por ejemplo, las propiedades siguen siendo los mismos o no, una biblioteca digital de objetos de aprendizaje existe o no).

3.5 Resumen de conclusiones a partir de las teorías analizadas.

A continuación resumimos de forma sucinta las conclusiones obtenidas de las teorías analizadas y de utilización como criterios en el modelo propuesto.

Conclusiones sobre teorías de secuenciación	
Resumen de las conclusiones sobre las Teoría Clásicas (Análisis de Contenidos, Análisis de Tareas y Teoría de la Elaboración).	Constituyen el eje del modelo y se aplican directamente sobre esquemas relacionales de contenidos, distinguiendo los tipos de relaciones y de elementos que se abordan más adelante.
Modelo de trabajo de síntesis.	Respecto del ámbito de aplicación (alcance), los objetos de aprendizaje (que no se deben confundir con actividades) son eventos instruccionales que deben ser lo suficientemente grandes como para enseñar significativamente procesos del mundo real o ejecuciones.

	<p>Para las orientaciones respecto de secuenciación, los objetos de aprendizaje deben ser secuenciados en un orden que simula el conocimiento del mundo real, de tal manera que su rendimiento aumenta en proporción a la fidelidad a la realidad (la verosimilitud).</p> <p>Por otro lado como más de un objeto de aprendizaje puede crearse a partir de un único modelo de trabajo, y en función del mismo o de los mismos objetivos de aprendizaje, se puede establecer una relación de equivalencia entre los objetos de aprendizaje a la hora de secuenciarlos. De tal forma que se pueden sustituir unos por otros en la secuencia.</p> <p>Conclusión-revisión crítica para nuestro modelo: La idea de la equivalencia para la secuenciación ha de ser tenida en cuenta pero no es el elemento más significativo ni el más identificador del modelo. El mundo real no es el elemento más importante a la hora de la secuencia, ni tan siquiera a la hora de conectar con el mundo de los intereses, significaciones o representaciones de los alumnos, que es mucho más complejo y difícil de abarcar en un modelo simplificado o de síntesis.</p>
<p>Teoría del Dominio</p>	<p>Conclusiones sobre el ámbito de aplicación (alcance): Los objetos de aprendizaje al mismo tiempo son los eventos de instrucción (las actividades) y suministran las evaluaciones de hasta qué punto las actividades del mundo real pueden obtener unos objetivos formativos. El alcance de cada uno de los objetos aumenta a medida que la distancia, en una escala unidimensional, entre la ejecución real y los objetivos formativos es mayor (la expresión alcance obtiene aquí su máximo significado). Esto nos da un criterio de evaluación sobre alcance.</p> <p>Conclusiones sobre la secuencia: El factor que regula la secuenciación es la experiencia. Los objetos de aprendizaje deben ser secuenciados en función de su dificultad a partir de las experiencias personales, en escalas unidimensionales (múltiples escalas unidimensionales, una por cada ámbito de experiencia).</p>

	<p>Conclusión-revisión crítica para el modelo: La dificultad en este caso deriva a que las experiencias personales son muy distintas y en establecer la equivalencia en términos de experiencia para distintos tipos de objetos de aprendizaje, que sean intercambiables en la misma secuencia.</p>
<p>Modelo de cuatro componentes de van Merriënboer</p>	<p>Conclusión 1</p> <p>Diferenciar procedimientos algorítmicos de procedimientos heurísticos en el mapeo de elementos de elaboración en la secuencia elaborativa, y hacerlos más abiertos (adaptativos), sobre todos los algoritmos.</p> <p>Por ejemplo, en el problema de la programación lineal (PL), podría establecerse un parámetro generativo con la dimensión del problema: el de la Programación Lineal en segundo de bachillerato con dos variables, el de resolución de sistemas de inecuaciones de primero con dos variables, el de rectas en el plano, a otros problemas de PL de otras dimensiones en estudios universitarios: tres o más variables, polítopos, hiperplanos,... . Sin embargo en lo demás no ofrece ventajas significativas respecto de la Teoría de la Elaboración que justifiquen su complejidad.</p>
	<p>Conclusión 2.</p> <p>Utilizar preferentemente un método de elaboración como la Teoría de la Elaboración de Reigeluth (Reigeluth, 1999a) para tareas más complejas que requieran un nivel de <i>epitomización</i> y dejar este método, el de Cuatro Componentes, para tareas más heurísticas que escapan a la epitomización merced a una naturaleza más simple y generalizable.</p> <p>Según Wiley (Wiley, 2000), así lo prefería Van Merriënboer</p>

	<p>Conclusión 3</p> <p>Existe una gran similitud entre este modelo y la Teoría de la Elaboración de Reigeluth, pero con una considerable simplificación de ésta respecto de aquella.</p> <p>Las cuatro componentes realmente coinciden con los cuatro niveles de elaboración que hemos utilizado en el caso práctico que utilizamos en esta tesis para aplicar el modelo que elaboramos — el problema de Programación Lineal—, sin haber pasado por las cuatro fases del modelo 4C/ID.</p>
	<p>Conclusión 4</p> <p>Estas orientaciones de van Merriënboer (1997) son válidas para el trabajo de diseño instruccional tecnológico, en lo que se refiere a granularidad. Pero añaden poco a alcance estrictamente (como ámbito de actuación) y al trabajo que estamos haciendo, pero dejan un camino abierto para el análisis de cómo afectan las agrupaciones a la secuenciación).</p>
	<p>Conclusión general del modelo 4C/ID respecto de la secuencia:</p> <p>Los objetos de aprendizaje deben ser secuenciado en función de su nivel y del tipo, y con el fin de promover la transferencia cuando sea factible. Los <i>clusters</i> (agrupaciones de habilidades) de nivel macro deben ser secuenciados anexados a una tarea y de forma progresiva en función de la carga cognitiva, en el sentido de que los conocimientos se enseñan cada vez uno, y poco a poco juntos. En el caso de objetos de meso-nivel deben ser secuenciados en función de una tarea común a todas las habilidades que se enseñan al mismo tiempo. En el caso de nivel micro, los problemas específicos pueden ser secuenciados en conjunto, en orden de fácil a complejo o, cuando sea factible, en una secuencia aleatoria con el fin de promover la transferencia.</p>

Conclusiones sobre taxonomía de objetos de aprendizaje	Conclusión crítica: La estructura y definición de Wiley, del quinto tipo de LO, basada en el concepto de Merrill, es confusa y sin desarrollo práctico alguno del que hayamos encontrado referencia. Esto es un hecho así reconocido por Merrill en Reigeluth (1999) pág. 447, donde hace una llamada a futuros desarrollos que adopten estas ideas, y además intuye la tendencia a evolucionar en desarrollos adaptativos.
---	---

3.6 Características del modelo a elaborar: Modelo Simplificado y Adaptativo de Diseño de Objetos de Aprendizaje y Secuenciación

Exponemos a continuación los elementos fundamentales del modelo que se desarrolla como resultado de la presente tesis doctoral, denominado Modelo Simplificado y Adaptativo de Diseño de Objetos de Aprendizaje y Secuenciación (*Simplified and Adaptive Model for the Design of Learning and Sequencing Objects*)

3.6.1 Componentes

El modelo que proponemos constará en esquema de:

A. Las directrices para:

- a) el análisis de contenidos, diferenciándolo en elementos de aprendizaje;
- b) la síntesis y organización conjunta en un esquema de relaciones operativas y conceptuales, en ambos casos de los contenidos de aprendizaje de un área de contenido indiferenciada inicialmente (por ejemplo, Matemáticas, Psicología,...), y por último
- c) la aplicación de las especificaciones que se derivan de la organización para el alcance y la secuencia de objetos de aprendizaje.

B. Una taxonomía de tipos de objetos de aprendizaje y orientaciones para el diseño integrado y contextualizado de los diferentes tipos de objetos de aprendizaje.

Sin embargo se entiende que, si bien es necesaria una elaboración conceptual y teórica, ésta ha de ser **simplificada** para atender las necesidades prácticas que

se deriven del diseño instruccional en un nivel que explicita las ideas implícitas existentes y que conecte con las experiencias y problemas sentidos por docentes y diseñadores. En la idea de que cualquier consideración teórica que vaya más allá dará una complejidad innecesaria al modelo haciéndolo inasumible.

De la idea de simplificación se concluye como primer requisito operativo para la resolución del problema que planteamos, y que hemos de tener presente:

El nivel de diferenciación y de complejidad del modelo LODAS y de las cuatro teorías es innecesario y redundante, sin embargo hace difícil y poco atractivo el método y el procedimiento que de él se deriva como para ser utilizado por docentes y por diseñadores instruccionales. Un rasgo del modelo que propondremos es el de que ha de ser un método simplificado basado en la teoría clásica de la elaboración de Reigeluth que aplicamos en la parte nuclear de la tesis.

El segundo objetivo que nos planteamos para la elaboración conceptual y teórica (modelo), procedimientos y técnicas vinculadas y para los tipos objetos de aprendizaje es la adaptatividad, que referida a los elementos computacionales y de sus posibilidades de variación mediante parámetros se llama generatividad.

De la idea de simplificación se concluye como **segundo requisito** operativo para la resolución del problema que planteamos (en la definición de modelo y procedimientos asociados), y que hemos de tener presente: La adaptatividad, o el carácter adaptativo a las diferencias individuales o grupales (como los estilos de aprendizaje, la metacognición,..). Es la segunda característica que nos hace asumir la Teoría de la Elaboración como fundamento para el modelo planteado.

3.6.2 Resumen del modelo

En el modelo propuesto asumiremos las conclusiones sobre **alcance** (ámbito de aplicación de los objetos y concepto de objeto) y sobre **secuenciación** de los cuatro modelos tenidos en cuenta en LODAS y aplicaremos igualmente las **conclusiones críticas** enunciadas en el apartado de análisis del problema de esas mismas cuatro teorías.

Estas conclusiones las aplicaremos a:

A. Las directrices para:

- a) los procedimientos de análisis de contenidos, diferenciándolos en elementos de aprendizaje de distinto tipo;
- b) los procedimientos de síntesis y organización conjunta en un esquema de relaciones operativas y conceptuales, en ambos casos de los contenidos de aprendizaje de un área de contenido indiferenciada inicialmente (por ejemplo, Matemáticas, Psicología,...), y por último

- c) la aplicación de las especificaciones que se derivan de la organización para el alcance y la secuencia de objetos de aprendizaje.

B. La taxonomía que elaboremos de tipos de objetos de aprendizaje y orientaciones para el diseño integrado y contextualizado de los diferentes tipos de objetos de aprendizaje.

En cualquier caso asumimos de forma íntegra la teoría clásica de la elaboración en la versión descrita en el apartado 2.5.4 como la aportación más reciente: *The theory's Simplifying Conditions Method* (SCM), el modelo *Learning Object Design and Sequencing Theory* (LODAS) y las cuatro teorías en que se apoya salvo las modificaciones e innovaciones introducidas en el presente trabajo.

Capítulo 4. Metodología para la construcción del modelo

El modelo propuesto en esta tesis es una contribución para el diseño de objetos de aprendizaje y para la Teoría de la Secuenciación generales al que denominamos “Modelo simplificado y adaptativo de diseño y secuenciación de objetos de aprendizaje⁵”, en inglés, *Simplified and Adaptive Model (SAM) for the Design and Sequencing of Learning Objects*.

Recordemos que el problema que nos planteamos, y a cuya resolución pretendemos contribuir, es cómo hacer el análisis de contenidos de aprendizaje para su secuenciación y para la elaboración de especificaciones que vinculen objetos de aprendizaje a los contenidos, su organización y su secuenciación de tal forma que puedan ser interpretadas y ejecutadas por un programa informático para producir objetos de aprendizaje basados en el diseño instruccional.

Para ello se seguirán los siguientes pasos:

1. Elaboramos un modelo: Modelo Simplificado y Adaptativo de Diseño y Secuenciación de Objetos de Aprendizaje, *Simplified and Adaptive Model (SAM) for the Design and Sequencing of Learning Objects*.
2. Lo aplicamos a un caso, obteniendo la secuencia de contenidos como aplicación práctica del modelo.
3. Obtenemos un código como aplicación práctica, que evaluaremos y validaremos en contextos reales que pueden darse dentro de un Sistema de Gestión del Aprendizaje.
4. Evaluamos y validamos el resultado global, obteniendo conclusiones y orientaciones para desarrollos futuros y distintos.

Este capítulo ofrece pues los elementos fundamentales de la metodología utilizada para la construcción de la teoría, cuyos principios han sido expuestos en el capítulo 3, que es el que guía la realización de este estudio. Los pasos de este proceso se presentan a modo de referencia. El detalle de la creación del prototipo y su evaluación formativa están en capítulos posteriores.

Los principios que rigen esta parte son básicamente los que rigen la definición de la teoría LODAS (Wiley, 2000) que resumimos adaptados en lo que sigue.

⁵ © Miguel Zapata Ros, 2009. Depósito Legal D.L. MU 857-2009, ISSN 1578-7680

4.1. Definir los fines de la Teoría

Debido a la naturaleza técnica (en el contexto de la tecnología) del debate en torno a los objetos de aprendizaje y de las definiciones muy imprecisas del término "objetos de aprendizaje" (*learning object*, LO), propuestas por las escasas teorías explícitas de apoyo al diseño instruccional de los LO, el propósito de la nueva teoría (la que presentamos) es el de proporcionar una visión instruccional de los LO donde estos "se definan en términos suficientemente generales para abarcar los recursos actualmente existentes en Internet". También se pretende que se defina igualmente el tipo de apoyo, en cuanto a secuencia, necesario para soportar el uso instruccional exclusivo y explícito de objetos de aprendizaje. Esto quiere decir que la definición se hace, por ejemplo, en oposición a su uso en el ámbito de la gestión del conocimiento. Y por último, también es objetivo el determinar qué se debe hacer para conseguir el objetivo de facilitar una gran cantidad de oportunidades de uso de objetos a través de la reutilización.

4.2 Dar identidad a la teoría para que funcione como un todo

Este paso implica que se constituya un paradigma para la teoría. El paradigma de SAM (como el de LODAS) es el de un *modelo completo*, lo que significa que las metas, valores, condiciones y métodos de la teoría deben aplicarse como un todo. A los efectos de aplicación, el modelo simplificado y adaptativo se pueden dividir en dos grandes secciones: especificaciones (heurísticos) para el diseño instruccional y especificaciones (heurísticos) para el diseño de objetos de aprendizaje. Esto (el que haya dos secciones) es independiente de que el modelo esté destinado a ser aplicado en su totalidad como un modelo completo. No obstante un diseñador (o un desarrollador) puede optar por emplear sólo una de estas secciones principales.

En cualquier caso, sea cual sea la decisión sobre la sección seleccionada, debe aplicarse en su totalidad como un modelo completo y exclusivo. Limitando la aplicación de SAM de esta manera se permite a los diseñadores predecir la eficacia con la que funciona cada componente del modelo. También permite la definición de prescripciones para el diseño de objetos de aprendizaje para que puedan ser utilizadas por separado, en relación con otras teorías de diseño instruccional. Esto es importante porque hace que la teoría de diseño de instrucción general proporcione orientaciones de diseño de objetos de aprendizaje disponibles para su uso en cualquier otro enfoque instruccional.

4.3. Determinación del dominio específico, situación, o alcance de la Teoría

El ámbito de aplicación de SAM es el dominio cognitivo de resolución de problemas complejos⁶, que van Merriënboer (1997) define como "complejo, en

⁶ No confundir problemas complejos con habilidades complejas. Sólo una parte de SAM puede aplicarse en sólo algunos casos a elaborar especificaciones sobre secuencia en el caso de habilidades complejas.

el sentido de que (1), están compuestos por un conjunto de competencias que lo constituyen, y (2) por lo menos algunas de esas competencias envuelven, o son la emanación de procesos conscientes (no mecánicos); y cognitivo, lo que indica que la mayoría de las habilidades que lo constituyen lo son en el dominio cognitivo - en contraste con el dominio afectivo o motor (p. 19)."

Los métodos de SAM pueden utilizarse de forma "instruccionalmente eficaz" en otros contextos (que no sean el dominio cognitivo de resolución de problemas), sin embargo, el rigor del enfoque es, probablemente, excesivo para problemas no demasiado complejos en otros ámbitos.

4.4. *Identificar el proceso óptimo en el cual aplicar el modelo de la Teoría.*

La identificación de un proceso óptimo en el cual aplicar el modelo de SAM es difícil, ya que no existe un proceso "óptimo" en el mundo real. Una dificultad muy importante viene dada por la ingente cantidad de recursos (susceptibles de ser LO) existentes en la red. Por tanto, y en aras de la máxima simplificación, el peso del proceso de selección a utilizar viene dado exclusivamente por enfoques instruccionales cuyos criterios se pueden extraer de las teorías existentes, pero no de forma mecánica sino mediante un proceso puramente instruccional que puede ser ilustrado por las características instruccionales de los objetos incluidas como metadatos.

Así, por ejemplo si consideramos la decisión para aplicar el proceso óptimo a la definición de "potencia", en Matemáticas, podemos optar por definirla como un *producto de factores idénticos*, o de *forma recursiva con clausula de parada* ($a^n = a \cdot a^{n-1}$, si $n \neq 0$, y $a^0 = 1$). Si aplicamos un criterio puramente instructivo utilizaremos como proceso óptimo el primero, si los alumnos están en una etapa de desarrollo de pensamiento concreto, y el segundo cuando se haya desarrollado el pensamiento abstracto. Y esto se especificará, simplificando mucho, como característica instruccional, en los metadatos, para incluir el objeto en un nivel del ordenamiento educativo, en una unidad didáctica en una secuencia, o para indicar cual es el contexto de conocimientos e ideas previas, criterios de evaluación, etc. Igual podrían proponerse otros ejemplos como el del modelo atómico, en Química. La decisión de proceso óptimo se haría se sobre el modelo corpuscular, de Dalton y Thomson, el modelo de niveles electrónicos de energía de Rutherford y Bohr, etc.

Este hecho, con ser tan importante, constituye una debilidad de las teorías existentes que han puesto énfasis sobre la existencia y la naturaleza de los objetos preexistentes ya disponibles en línea.

4.5 *Criterios generales para desarrollar los objetivos, métodos y condiciones.*

Con el fin de desarrollar los criterios generales, el autor ha analizado cuáles deberían ser las características de éxito de la teoría. Del examen de las teorías que se han utilizado como fundamento, de la consiguiente elaboración, y con la ayuda de los revisores conceptuales consultados (expertos), se han obtenido los criterios generales para evaluar y juzgar en qué medida los objetivos, métodos y

condiciones en que nos fijamos para aplicar la teoría cumplen con los siguientes rasgos: relevancia, comunicabilidad, simplicidad⁷, viabilidad (realizabilidad) y sostenibilidad.

Estos criterios se refieren a los objetivos, métodos y condiciones de tal forma que la ausencia de cualquiera de estas características en los objetivos, métodos o condiciones hace que la teoría fracase o, en otras palabras, resta a la teoría utilidad. Por ejemplo, esto sucede si los métodos son demasiado difíciles de entender o de seguir (comunicabilidad, simplicidad — *Parsimony*—) de tal manera que nunca se les pueda aplicar correctamente el modelo propuesto, o si las condiciones no son realistas (viabilidad o *realizabilidad*) y entonces la aplicación de la teoría nunca tendrá éxito, o si los objetivos de la teoría son triviales (significado, relevancia) de tal forma que nadie nunca se tomaría la molestia de poner en práctica la teoría. Estos criterios y el grado en que SAM los utiliza se describen más adelante.

4.5. Objetivos para desarrollar la teoría.

Los objetivos específicos de SAM se desarrollan a través del examen que hemos hecho en el capítulo 3 y de los comentarios de la literatura, las especificaciones técnicas, y los debates de expertos en la materia, que han puesto de manifiesto la necesidad de una teoría de diseño instruccional que:

- Catalice el diálogo en torno a la utilización de objetos de aprendizaje en un contexto de diseño instruccional
- Proporcione apoyo explícito para el diseño de objetos de aprendizaje,
- Proporcione un apoyo explícito a la secuenciación de objetos de aprendizaje,
- Proporcione apoyo en el uso reutilizable de objetos de aprendizaje, y
- Proporcione en avance la compatibilidad de lo que se desarrolle e investigue en LO con las experiencias de uso por alumnos en contextos concretos de educación.

4.6. Métodos para desarrollar la teoría

Los métodos de SAM se desarrollan a través de un proceso de revisión y síntesis de las teorías existentes en el dominio de contenidos propio, con el fin de precisar el proceso conceptual óptimo previamente identificado.

Después de haber identificado el proceso conceptual, se barajan varias teorías de diseño instruccional: de forma básica las teorías clásicas de la secuenciación tratadas en capítulos anteriores. Con preferencia la Teoría de la Elaboración de Reigeluth, pero luego las teorías de la elaboración revisadas (el modelo LODAS y las teorías en que se basa: teoría de síntesis, del dominio y de los cuatro componentes), con el fin de identificar entre las existentes los métodos que podrían utilizarse para participar en el proceso óptimo. En caso de que no se hayan encontrado métodos existentes adecuados, se han hecho nuevos trabajos

⁷ *Parsimony*, en el original de Wiley en inglés: *free of needless complexity (parsimony)* (Wiley, 2000)

para ese estudio. Por último, los nuevos métodos y los existentes se sintetizan en un único diseño de teoría instruccional. Los criterios juegan un papel importante en la selección y desarrollo de métodos, como lo hicieron en el desarrollo de los objetivos.

Cada método propuesto se comparó con el mejor proceso, con el conjunto actual de métodos seleccionados, y con los criterios. Si el método responde a una necesidad en el proceso óptimo todavía sin cubrir por el conjunto de una selección de métodos previos, y si cumple con los criterios, es entonces seleccionado para ser incluido en la teoría. Por último, si ningún método puede ser seleccionado para conectar de forma adecuada con el proceso óptimo de descrito anteriormente, entonces se han creado nuevos métodos de acuerdo con los requerimientos y con los criterios de la teoría de diseño instrucción utilizada.

Por tanto se trata de un modelo abierto, susceptible de ser desarrollado mediante modelos ya existentes, o nuevos aplicables a nuevos procesos óptimos.

4.7. Identificación de condiciones para aplicar la Teoría

Debido a la estrecha relación entre métodos y condiciones, y porque muchos de los métodos SAM se toman de las actuales teorías de diseño instruccional, se corre el riesgo de que SAM utilice de forma poco reflexiva las condiciones de las teorías en que se basa. Aún así SAM pueden utilizarse de forma instruccionalmente eficaz en ambientes que no presentan las condiciones adecuadas, sin embargo, puede haber problemas (por ejemplo, el rigor del enfoque puede ser excesivo para problemas no demasiado complejos). Los criterios desempeñan el mismo papel en la identificación y expresión de las condiciones como con los objetivos y métodos.

4.8. Creación de una variable taxonómica de métodos para la Teoría

Los métodos señalados en las teorías existentes y los nuevos métodos creados como parte de este estudio han sido combinados para crear una taxonomía de los métodos. La taxonomía distingue entre cuatro tipos principales de métodos, a los que se atribuye respectivamente las funciones de:

- Analizar y sintetizar contenidos,
- Práctica (ejecución) del diseño y presentación de la información,
- Seleccionar o diseñar los objetos de aprendizaje,
- Diseño de la secuencia de objetos de aprendizaje.

Esto no tiene que ver con la taxonomía de los tipos de objetos de aprendizaje que se propone en otro punto como parte de SAM. Cada uno de estos métodos se describe en detalle en el capítulo 5.

4.9. Finalizar el prototipo de la Teoría

El prototipo SAM, primera versión del modelo para la práctica y la evaluación, se concluyó con los primeros borradores de este trabajo que fueron estudiados por expertos en los campos de la instrucción y el diseño de objetos de aprendizaje, y en la gestión de repositorios de objetos de aprendizaje, como una primera fase en la investigación formativa.

4.10. Investigación formativa de la Teoría

El proceso de validación del modelo que se ha seguido, con el prototipo de SAM en un principio y con las versiones de los modelos que se han producido como consecuencia de las mejoras sucesivas después, ha sido el mismo que el seguido por David Wiley (2000, cap.4 punto 11), que a su vez justifica en las argumentaciones ofrecidas por Nelson (1998). Este proceso se denomina evaluación formativa.

La evaluación formativa surge como respuesta a la tendencia a la linealidad de los modelos de diseño instruccional. Comummente aceptada y que Nelson (1998) plantea: es casi imposible que una obra tan amplia y compleja como una teoría de diseño instruccional se complete con éxito en un único y primer intento. El método de Nelson tiene en cuenta la realización de aproximaciones progresivas, pero de tal forma que cada una de ellas implique una sola pasada completa, y en conjunto supongan un proceso repetido (un proceso iterativo), a través de una mejora en bucle.

Esta mejora está impulsada principalmente por el refinamiento de datos conceptuales, y propiciada a su vez por la revisión de expertos, así como por la recogida de datos empíricos que se inscribe en el ámbito de la teoría de prueba frente a la teoría que estamos revisando.

4.11. Revisar los objetivos, métodos y condiciones

La definición y elaboración de de SAM ha sido motivada y dirigida por ciertos objetivos y valores. Esos objetivos y valores subyacen en todo momento y a lo largo del modelo. Su naturaleza es omnipresente e influyente y se exige de forma explícita en las hipótesis que se formulan, de modo que los posibles usuarios de la teoría puedan juzgar si los objetivos y valores son compatibles y compartidos con sus propios principios operativos. Estos objetivos son igualmente revisables por la evaluación formativa al igual que sucede con los métodos y con las condiciones donde se produce.

Wiley (2000, cap 2) señala que el desarrollo de un plan de pruebas de la teoría debe ocurrir simultáneamente con las actividades de construcción de la propia teoría. Estas exposiciones ofrecerán las primeras oportunidades para el debate y la aplicación de la teoría, y deben proporcionar información valiosa para la mejora.

4.12. Mejorar y aplicar la teoría

Por último, se proporciona una aplicación de SAM en el ámbito de las Matemáticas (concretamente, para los problemas de Programación Lineal). Esta aplicación conceptual ha revelado debilidades en SAM que han permitido fortalecer la teoría con anterioridad a la finalización de este estudio. La aplicación formal de la teoría tendrá lugar tras la realización de este estudio, con ella se obtendrán datos sobre el rendimiento y los datos empíricos que proporcionarán una visión adicional y oportunidades para mejorar el modelo.

Capítulo 5. Presentación de la Teoría

Al igual que otras teorías de diseño instruccional, SAM se compone de objetivos, valores, condiciones, elementos y métodos. En este capítulo se presentan y describen estos en detalle.

5.1. *Objetivos y valores de SAM*

El desarrollo de SAM ha sido motivado y dirigido por ciertos objetivos y valores. Esos objetivos y valores están presentados de forma explícita en todo momento. Su naturaleza es omnipresente e influyente y se exige de forma explícita en las hipótesis que se formulan, de modo que los posibles usuarios de la teoría puedan juzgar si los objetivos y valores son compatibles y compartidos con sus propios principios operativos.

5.1.1. Objetivos

SAM ha sido diseñado para cumplir con cinco objetivos principales:

1. Fomentar y catalizar el diálogo en torno a la utilización de objetos de aprendizaje en un contexto de diseño instruccional,
2. Proporcionar apoyo explícito para el diseño de objetos de aprendizaje,
3. Proporcionar un apoyo explícito a la secuencia de objetos de aprendizaje,
4. Proporcionar apoyo en el uso de objetos en el aprendizaje de modo reutilizable
5. Proporcionar una base de compatibilidad con experiencias expertas en dominios concretos e investigaciones en modelos de aprendizaje.

Los objetivos 2, 3 y 4 están orientados a la práctica del diseño instruccional, sin embargo los numerados como 1 y 5 están orientados preferentemente a la investigación.

Con el primero queremos poner el foco de la discusión sobre el uso de objetos de aprendizaje en el diseño instruccional. De entre los distintos y múltiples puntos de vista acerca de la utilidad, la oportunidad y el provecho de los LO, queremos pues destacar, centrando la discusión en él, el que evidencia las ventajas de sus uso para el diseño instruccional.

Con el quinto queremos fijar unos estándares conceptuales (taxonomía de objetos de aprendizaje) y metodológicos (procedimiento de secuenciación) que permita compatibilizar elementos procedentes de experiencias y de

investigaciones distintas.

5.1.2 Valores

Además, hay varios valores que han guiado la creación y constituyen las ideas guía de la teoría. Estos valores inspiran las características deseadas de la teoría en sí, y sirven como criterios para cada uno de los objetivos, condiciones y métodos.

Distinguiremos dos tipos o categorías de valores. En primer lugar, Los que aplicamos para revisar las teorías anteriores en función del análisis y de la revisión que hemos les llamaremos *valores propios*. Y en segundo lugar, a los valores heredados de las teorías precedentes, les denominaremos *valores asumidos*.

Valores propios:

- Simplicidad – La utilización de este modelo debe servir para la **simplicificación de propuestas anteriormente formuladas**. El nivel de diferenciación y de complejidad en aquellos casos es innecesario y redundante. Esto hace difícil y poco atractivo ese trabajo por los docentes y por los diseñadores instruccionales. Este valor es considerado como equivalente al que tradicionalmente se conoce como Navaja de Occam (*Occam's razor*), o bien **principio de economía o de parsimonia**. Puede enunciarse de la siguiente forma: Principio de economía o de parsimonia (*Parsimony*)⁸ – Los métodos de SAM no

⁸ **Parsimonia** es un planteamiento del tipo "menos es mejor", concepto que tiene que ver con la austeridad, la economía o la precaución para llegar a una hipótesis en el transcurso de una acción. La palabra deriva de la acepción Inglesa de *parcimony*, y del latín *parsimonia*, desde *parsus*, participio pasado de *parcere*: **de sobra**. Es un principio general de que tiene aplicaciones desde la ciencia a la filosofía y en todos los campos relacionados.

Este principio también es conocido como la Navaja de Occam (o de Ockham) o principio de economía o de parsimonia. Hace referencia a un tipo de razonamiento basado en una premisa muy simple: en igualdad de condiciones la solución más sencilla es probablemente la correcta. El postulado es *entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem*, o «no ha de presumirse la existencia de más cosas que las absolutamente necesarias».

Esta denominación apareció en el siglo XVI, y con ella se expresaba que, mediante él, Occam "afeitaba como una navaja las barbas de Platón" ya que de su aplicación se obtenía una notable simplicidad ontológica, por contraposición a la ontología platónica que «inundaba» su ontología de entes (además de los físicos, Platón admitía los entes matemáticos y las ideas). Desde una perspectiva ontológica, pues, la aplicación de este principio permitió a Occam eliminar muchas entidades, a las que declaró como innecesarias. De esta manera se enfrentó a muchas tesis sustentadas por la escolástica y, en especial, rechazó la existencia de las especies sensibles o inteligibles como intermediarias en el proceso del conocimiento, y rechazó también el principio de individuación, al que calificó de especulación vacía y sin necesidad.

Es un principio que forma la base del reduccionismo metodológico. Este principio ya formaba parte de la filosofía medieval aunque fue Occam quien lo utilizó de forma filosófica. Sin embargo, no solamente es un principio metodológico sino que, además, tiene características gnoseológicas y ontológicas.

Pluralitas non est ponenda sine neccesitate o la pluralidad no se debe postular sin necesidad. En su forma más simple, el principio de Occam indica que las explicaciones nunca deben

deben ser tan complejos como para impedir o dificultar su aplicación pero no deben ahorrar explicaciones.

- Adaptatividad. Para Reigeluth, la eficiencia de los objetos en sí y del diseño instruccional donde se insertan no es el objetivo último, sino que éste es el conseguir una adaptación a las diferencias individuales de los alumnos. Este es el otro valor propio que como teoría asumimos. La adaptatividad es un valor presente en todos los momentos e instancias de trabajo con este modelo que permite establecer una correlación entre las características del uso del objeto y las diferencias individuales de los alumnos. Esta conceptualización enlaza directamente con el carácter abierto de los GLO. La **adaptatividad**, o el **carácter adaptativo** a las diferencias individuales (como los estilos de aprendizaje, la metacognición, etc.), es la segunda característica que nos hace asumir la Teoría de la Elaboración como fundamento para el modelo planteado.

Valores asumidos:

- Significatividad – El uso y la apelación a SAM debe hacer instruccionalmente posible lo que no era posible anteriormente en cuanto a grados de precisión, eficiencia, etc., de tal forma que dé respuestas a limitaciones que los modelos anteriores no daban.
- Comunicabilidad - SAM debe ser objeto de formalización y de explicación a tal nivel, forma y grado que pueda ser adecuadamente comunicada sin dificultad a otras personas (usuarios potenciales).
- Viabilidad (*Realizability*) - SAM debe poder aplicarse en el marco tecnológico de los objetos de aprendizaje.
- Sostenibilidad - SAM debe ser un primer paso hacia una investigación a largo plazo, y la mejora, sin ser incompatible, de las ya existentes.

5.2 Condiciones para la Aplicación de la Teoría

Nelson (1998) plantea la discusión sobre las condiciones de diseño de su teoría instruccional:

multiplicar las causas sin necesidad. Cuando dos explicaciones se ofrecen para un fenómeno, la explicación completa más simple es preferible, es decir, no deben multiplicarse los entes sin necesidad. La explicación más simple y suficiente es la más probable —mas no necesariamente la verdadera—, según el principio de Occam. Por ejemplo, si uno se encuentra en una ciudad y escucha galopar, es posible que trate de caballos o cebras, pero se debe optar por considerar que son caballos ya que es la opción más probable (aunque no es necesariamente la verdadera).

Esta regla ha tenido una importancia capital en el desarrollo posterior de la ciencia.

*Porque no todos los enfoques instruccionales son efectivos en cada contexto de aprendizaje, es necesario determinar **cuándo** un enfoque particular podría ser el mejor posible en relación a las necesidades del alumno, el estilo de enseñanza del profesor, el ambiente de aprendizaje, y los objetivos de formación. También es importante determinar **cómo** un enfoque de instrucción podría ser utilizado en un contexto dado. ¿Es necesario mantener el enfoque en toda la integridad de lo tratado o solo basta aplicarlo en alguna de las partes del contenido a diseñar instruccionalmente?. En esta sección se considerarán las condiciones relacionadas con la teoría [de diseño instruccional] más apropiadas y cómo es mejor aplicarlas (p. 85).*

Las elección del enfoque instruccional con que se van a afrontar las condiciones del diseño, el decir con el tipo de alumnos, de estrategias docentes y con los objetivos de formación, vendrá en función de los principios instruccionales que suministran las teorías barajadas. Que así serán considerados como principios de intervención en el diseño. La innovación de este trabajo vendrá dado por las propuestas de principios interventores ante las limitaciones que son heredadas de LODAS y del resto de las cuatro teorías mencionadas anteriormente.

Los condicionantes que Nelson (1998) plantea tiene que ver con los siguientes cuatro elementos: el contenido, el ambiente de aprendizaje, los alumnos, y con los instructores. A continuación se detallan cada uno de estos condicionantes con respecto a la aplicabilidad de SAM.

5.2.1. Tipo de Contenido

Los contenidos que los estudiantes deben incorporar tienen que ver en la mayoría de los casos con los acuerdos de diseño en los que intervienen tres tipos de elementos y las condiciones en que se producen: conocimientos (hechos y conceptos), habilidades y actitudes. En éste como en los demás casos, con los otros elementos, utilizaremos con preferencia la teoría clásica de la elaboración de Reigeluth, pero como ya dijimos en su momento y por mor de simplificar utilizaremos la teoría de análisis de contenidos cuando se trate de casos puros de hechos y de conceptos o la teoría de análisis de la tarea cuando se trate de habilidades. Cuando las habilidades sean complejas utilizaremos elementos procedentes de procedimientos de síntesis de dominio tomados de la Teoría y del modelo de trabajo de síntesis, en los que se hace hincapié en lo que los individuos expertos en actividades prácticas o profesionales realizan, por ejemplo los controladores aéreos, en sus actuaciones en el mundo real. Tomaremos además criterios y procedimientos de la teoría de las cuatro componentes del Diseño Instruccional (4C/ID), que en su definición se dirige a la esfera de competencias cognitivas complejas en el sentido en que Van Merriënboer (1997) las describe. Si bien el contexto de este trabajo dichas competencias (las que son necesarias para el control de tráfico aéreo, por ejemplo) escapan del objetivo de diseño y de secuenciación ya que nos referiremos a aprendizajes escolares o académicos.

5.2.2. El ambiente de aprendizaje

SAM funcionará mejor en un ambiente de aprendizaje constructivista, en el que el instructor y el alumno tengan un sentido de responsabilidad hacia el aprendizaje, y en el que la evaluación se aprecie como un instrumento de facilitación y de mejora. Los alumnos deberán tener un gran interés en su progreso a través del dominio de conocimientos especializados, y de que participar voluntariamente en las evaluaciones formativas y en la utilización de los resultados para controlar su propio aprendizaje. Los profesores deben utilizar las evaluaciones formativamente, y estar dispuesto a apoyar a los alumnos en los esfuerzos para interpretar y utilizar los resultados de la evaluación formativa.

5.2.3. Las características del alumno

Los alumnos que pueden y van a supervisar y a regular su propio aprendizaje tienen más posibilidades de tener éxito en entornos de aprendizaje SAM que los que no pueden, sean en este modelo o no. La secuencia SAM proporciona a los estudiantes acceso a información en tiempo real sobre su nivel actual de conocimientos especializados. En consecuencia, será necesario para los estudiantes un cambio en la forma de pensar acerca de los resultados de la evaluación. No sólo los alumnos tienen que estar dispuestas a participar en la evaluación formativa, sin temor al "fracaso", sino que necesitan aceptar que los resultados de la evaluación que evidencien carencias no siempre tienen consecuencias negativas. Tienen que aprender a leer e interpretar en esquemas y en mapas conceptuales, de tareas y de competencias adquiridas, sus posiciones actuales, y aprender a ver los resultados como un potencial de mejora en lugar de cómo una sentencia sumativa. Por otro lado los orientadores tendrán que orientar a los estudiantes a una nueva forma de pensar acerca de las evaluaciones, el ambiente de aprendizaje, y los mapas y esquemas de contenidos.

Por otra parte los alumnos que están dispuestos a aceptar este paradigma de la evaluación y el control de sí mismo tienen más posibilidades de éxito en el mismo contexto. Además, los alumnos deben tener un cierto grado de competencia (o la voluntad de obtenerla) en el uso del ordenador para poder utilizarlo en el entorno de aprendizaje, como elemento potenciador del aprendizaje.

5.2.4. Características del instructor

Los instructores (maestros, profesores, docentes y diseñadores) deben estar dispuestos a asumir la autonomía de los estudiantes en su propio aprendizaje, es decir, deben estar dispuestos a renunciar a cierto control del proceso de aprendizaje.

Los instructores deben estar dispuestos a utilizar las evaluaciones formativas como herramientas de diagnóstico, como alternativa a herramientas para la

clasificación de los estudiantes. Deben estar dispuestos a explicar los resultados de la evaluación formativa a los estudiantes, sin prejuicios. Los docentes deben estar dispuestos a tomar el papel de "guía detrás del alumno".

Los profesores también necesitarán competencia en el uso del ordenador para utilizar la nueva teoría. Incluso si se emplean objetos de aprendizaje que se han diseñado y secuenciado por terceros. Los docentes por último deberán ser al menos capaces de utilizar y entender el medio como un estudiante.

5.2.5. La aplicación de SAM

A los efectos de aplicación, los procedimientos que constituyen este modelo se pueden dividir en dos grandes secciones: Prescripciones de diseño instruccional y prescripciones de diseño de objetos de aprendizaje. Si bien se pretende que SAM pueda y deba ser aplicado en su totalidad como un modelo completo, un desarrollador puede optar por emplear sólo una de estas secciones principales. No obstante a su vez cada una de estas secciones debe ser aplicada como un modelo indivisible.

SAM en su pleno desarrollo actuará de manera más eficiente si se utiliza conjuntamente con una biblioteca digital de objetos de aprendizaje ya elaborados. Si bien este modelo no está pensado para elaborar objetos sí permite utilizar sus conclusiones como elementos eficientes para tenerlos en cuenta a la hora de diseñar los objetos (uno de los objetivos es ayudar a crear objetos). Sin embargo, uno de los objetivos es promover la reutilización de los objetos, y su aplicación será más eficiente cuando los objetos están siendo reutilizados.

Un hecho curioso es que si bien SAM ha sido diseñado en torno a una definición de objeto que implica el aprendizaje basado en computadoras (entornos virtuales de aprendizaje) es posible utilizar la teoría para crear un currículo "basado en papel". Esta situación es posible pero inusual por lo poco práctica, ya que el potencial de reutilización de los materiales tradicionales en papel es sustancialmente más bajo que el del objeto de aprendizaje digital.

5.3 Elementos de SAM

El resultado, como hemos dicho, es una nueva teoría de diseño instruccional: Modelo Simplificado y Adaptativo de Diseño de Objetos de Aprendizaje y Secuenciación (*Simplified and Adaptive Model for the Design of Learning and Sequencing Objects*). En ella se establecen las directrices para:

- a) el análisis del contenido diferenciándolo en elementos de aprendizaje;
- b) la síntesis y organización conjunta en un esquema de relaciones operativas y conceptuales, en ambos casos de los contenidos de

- aprendizaje de un área de contenido indiferenciada inicialmente (por ejemplo, Matemáticas, Psicología,...),
- c) la aplicación de las especificaciones que se derivan de la organización para el alcance y la secuencia de objetos de aprendizaje, y por último
 - d) la aplicación de especificaciones sobre agrupación de competencias y vinculación con distintos tipos de objetos de aprendizaje.

La teoría también ofrece una taxonomía de cinco tipos de objetos de aprendizaje y proporciona orientaciones para el diseño integrado y contextualizado de los diferentes tipos de objetos de aprendizaje.

Como la Teoría de la Elaboración general está suficientemente tratada en los puntos anteriores y siguientes, en sus consecuencias para el diseño instruccional, así como las de Ausubel y Gagné, nos limitaremos a aceptarla en su formulación actual y a exponer las tres restantes junto a la síntesis en la Teoría LODAS de Wiley, obteniendo especificaciones simplificadas y conservando los rasgos de adaptatividad.

5.3.1 Objetos y competencias

En este apartado consideramos el análisis del contenido diferenciándolo en elementos de aprendizaje. Es decir hacemos una taxonomía de los objetos de aprendizaje clasificándolos en función de su propia naturaleza y estructura así como de las competencias que ayudan a desarrollar en los alumnos. El procedimiento seguido es tomar la taxonomía de Wiley (2000) señalar críticas y limitaciones y en función del análisis que se hace contruir una nueva taxonomía.

En función de su propio modelo, desde los cuatro modelos analizados (con las correspondientes orientaciones sobre alcance y secuenciación), las pautas para el diseño y taxonomías para tareas, tipos de habilidades y agrupaciones (*skills clusters*) Wiley establece una taxonomía de cinco tipos de objetos de aprendizaje (Wiley, 2000) de acuerdo con la metodología, los criterios y resultados que se exponen.

Descripción de la clasificación de Wiley

Sobre la selección y el diseño de Objetos de Aprendizaje, su descripción general, hay que decir que el conjunto de métodos que propone vincula las funciones de problemas específicos, ejemplos prácticos, y su diseño instruccional previo con determinados tipos de objetos de aprendizaje y proporciona orientación para el diseño de cada tipo de objeto de aprendizaje.

Sobre la clasificación de distintos tipos de objetos de aprendizaje, para Wiley todos los objetos de aprendizaje tienen ciertas cualidades. Es la diferencia en el grado o en la forma en que se manifiestan estas cualidades lo que hacen que un tipo de objeto de aprendizaje sea diferente de otro. En lo que sigue presenta una taxonomía de tipos de objetos de aprendizaje con el que, según él, el diseñador debe familiarizarse.

Esta sección se incluye como referencia, y no contiene ningún diseño estándar. Las prescripciones de diseño están hechas sobre la base de la información incluida en la taxonomía. Se definen cinco tipos de objetos de aprendizaje. Pero a continuación solo se dan ejemplos de cada uno de los tipos y se explican sus diferencias y similitudes.

Conclusiones críticas.-

El análisis se centra en los aspectos puramente computacionales. Estos constituyen el criterio principal de clasificación, los criterios instruccionales son secundarios y subordinados. Por ejemplo cuando dice *acoplado intacto*, *simple* o *modificable*, está hablando desde el ángulo de la estructura y de la programación de los objetos de aprendizaje como objetos informáticos.

A continuación enunciamos los tipos de objeto de aprendizaje que establece Wiley, en relación con el curso de teoría musical de Cheryl Rycharson que toma como referencia ⁹ (Wiley, 2000 p.59), y mencionamos ejemplos relacionados pero aplicados al problema de programación lineal.

- **Tipo simple.** Por ejemplo, un archivo JPEG de una mano tocando un acorde en un teclado de un piano. O un archivo JPEG con la imagen de un polígono, fija, con un texto diciendo que es el conjunto de soluciones de un sistema de inecuaciones.
- **Combinaciones acopladas intactas (sin intervención instruccional).** Por ejemplo, un vídeo de una mano ejecutando un acorde en el teclado de un piano con el acompañamiento de audio. En nuestro ejemplo, un *applet* no interactivo en el que una recta se desliza sobre un polígono de soluciones hasta encontrar la solución óptima del problema.
- **Combinaciones modificables.** Por ejemplo, una página web dinámica que combina el anteriormente mencionado formato JPEG y archivos de QuickTime, junto con material textual, ad-hoc. En nuestro ejemplo, una página web dinámica en la que se muestra el polígono de soluciones en función de los coeficientes del sistema de inecuaciones. Aunque ya este objeto encierra componentes generativos, no es pues puro. Como observaremos en la crítica difícilmente podremos encontrar objetos que sean combinaciones modificables y no entrañen una componente generativa.
- **Presentación generativa.** Por ejemplo, un *applet* JAVA capaz de generar gráficamente una serie distinta, y con intervención personal, de acordes que dependen de distintos parámetros de carácter en relación con técnica musical y ejecutante que pueden influir en distintas modalidades del acorde, en consonancia y relevantes con el problema que se quiere abordar. Siguiendo nuestro ejemplo, un *applet* de Java capaz de generar un grafismo animado en el que una recta con la función de ganancias se desplaza sobre el polígono de soluciones, pudiendo el

⁹ Cheryl Richardson, es instructor de un curso de teoría musical. Su deseo de que los estudiantes sean capaces de analizar las piezas de la música al final de su curso le lleva a que, habiendo oído hablar de LODAS en una conferencia, coja un libro y examine la teoría, comparándola con su propia actitud sobre la enseñanza y sus objetivos para sus estudiantes, y establezca una correspondencia entre tipos de objetos y los recursos que utiliza para su curso.

alumno o usuario variar los parámetros de función de beneficios, en particular la pendiente, y observar cómo varía sustancialmente la naturaleza y el significado del problema.

- **Objeto generativo de instrucción.** Por ejemplo, un ejecutable que incluya en él, que vaya incrustada, o le dé cobertura en el sentido Merrill (1999), una transacción instruccional (Merrill, 1999)¹⁰, que suministra información a ambos (ejecutable y transacción instruccional) y proporciona la práctica del procedimiento o de los procedimientos asociados, por ejemplo, el proceso del acorde raíz, la calidad y la inversión de la identificación (del acorde a la nota o a la composición). Siguiendo nuestro ejemplo, un ejecutable en el que se permita resolver gráficamente un problema de programación lineal a partir de su planteamiento, incluyendo el sistema de inecuaciones y función beneficio, y con un texto que incluya la situación de contexto (el enunciado del problema) y el procedimiento comentado de la resolución.

Objeto generativo de instrucción.- Contiene la base y el soporte lógico y estructural para combinar (o es la propia combinación ya generada) de objetos de aprendizaje de nivel inferior (objetos simples y combinaciones intactas) y la evaluación de las interacciones de los estudiantes con el objeto. Ha sido creado para soportar las pautas y directrices abreviadas de las secuencias de actividades instruccionales (como el de "recordar y realizar una serie de pasos u operaciones"). Las *transaction shells* que ya hemos comentado, definidas por Merrill en su Teoría de la Transacción Instrucción (Merrill, 1999) se clasificarían como objetos de aprendizaje generativos de instrucción. El nivel de reutilización de los objetos generativos de instrucción es elevado tanto ambientes intra-contextuales como inter-contextuales.

Conclusión crítica: La estructura definida por Wiley, del quinto tipo de LO, basada en el concepto de Merrill, contiene la base y el soporte lógico y

¹⁰ En el diseño basado en la tecnología de la instrucción, una de las ventajas de representar los contenidos que se enseñan en una base de conocimientos que consta de componentes de conocimiento, es que una estrategia de instrucción puede ser descrita como un algoritmo que utiliza los conocimientos como componentes de información enlazados en una red de relaciones (mapa). Un algoritmo de instrucción dado puede escribirse una vez y se utiliza una y otra vez. Un diseñador creativo podría escribir una de las partes del algoritmo de transacción instruccional (*parametrización generativa*) que funcionan con cualquier tema. La elaboración de dicha *parametrización generativa* consistiría simplemente de crear la base de conocimientos. El algoritmo de instrucción podría enseñar el contenido (hacer que el alumno lo asumiese) sin más diseño.

La expresión *parametrización generativa* es de producción propia y equivale a *transaction Shell* en la acepción que le da Merrill (1999) en *Components of Instruction. Toward a Theoretical Tool for Instructional Design*. M. David Merrill

Sin embargo la transacción instruccional, tal como la establece Merrill en Reigeluth (1999), es bastante más compleja y guarda bastante parecido con lo que es el mecanismo de la programación lógica: Hechos (base de datos de conocimientos), reglas (*shell instruccional*) y motor de inferencia (en este caso curiosamente utilizan el mismo término para ambos conceptos).

estructural para combinar (o es la propia combinación ya generada) de objetos de aprendizaje de nivel inferior (objetos simples y combinaciones intactas) y la evaluación de las interacciones de los estudiantes con el objeto, y ha sido creado para soportar las pautas y directrices abreviadas de las secuencias de actividades instruccionales. Esto supone un esquema complejo y sobre todo innecesario si aceptamos el uso recomendado, y aceptado por los docentes, de la guía didáctica como recomendación básica en el diseño instruccional y de la existencia de sendos tipos de objetos de aprendizaje, el generativo y el instruccional generativo. A esto se puede añadir que no hay desarrollo práctico alguno del que hayamos encontrado referencia. Esto es un hecho así reconocido por Merrill en Reigeluth (1999) pág. 447, donde hace una llamada a futuros desarrollos que adopten estas ideas, y además intuye la tendencia a evolucionar en desarrollos adaptativos.

Es mucho más concreto y con desarrollos prácticos adoptados por las universidades británicas asociadas a CETL, el modelo GLO que desarrollamos más adelante y en el cual basamos nuestra propuesta de modelo simplificado y adaptativo.

Distinguir entre distintos tipos de objetos de aprendizaje es una cuestión básica para decidir cómo se van a identificar para ser clasificados y las características que van a exhibir para ser seleccionados. Estas características son atributos fundamentales, son estables e independientes del contexto en las instancias donde se almacenen (por ejemplo, las propiedades siguen siendo las mismas tanto si existe una biblioteca digital de objetos de aprendizaje como si no).

El cuadro primero (tabla 5.1) presenta la taxonomía que se ha mencionado anteriormente de los cinco tipos de LO con sus características más importantes y que los diferencian. No es exhaustiva, ya que sólo incluye tipos de objetos de aprendizaje que faciliten un alto grado de reutilización. Otros tipos de objetos de aprendizaje que dificultan o impiden prácticamente la reutilización (por ejemplo, todo un libro de texto digital creado en un formato que impide que cualquiera de sus partes vuelva a ser utilizado fuera de contexto del libro de texto), se han excluido a propósito con el fin no motivar su uso.

Algunos valores de las características que aparecen en la clasificación (como Alto, Medio y Bajo) son deliberadamente difusas, ya que la finalidad de esta taxonomía es únicamente facilitar la comparación, y no proporcionar una métrica para clasificar objetos de aprendizaje, tales como el tamaño del archivo en kilobytes. El alcance de esta tabla en este contexto es aumentar el conocimiento sobre el estado (revisión) de los objetos de aprendizaje en relación con secuenciación, y en menor medida con granularidad o ámbito de utilización.

Objeto de aprendizaje Características	Objeto de aprendizaje de tipo <i>elemental</i>	Objeto de aprendizaje del tipo <i>combinación</i> <i>acoplada cerrada</i>	Objeto de aprendizaje del tipo <i>combinación</i> <i>acoplada abierta</i>	Objeto de aprendizaje <i>presentación</i> <i>generativa</i>	Objeto de aprendizaje <i>instruccional generativo</i>
Número de elementos combinados	Uno	Pocos	Muchos	Pocos - Muchos	Pocos - Muchos
Tipo de objetos contenidos	Sencillo	Sencillo, Combinación cerrada	Todos	Sencillo, Combinación cerrada	Sencillo, Combinación cerrada, presentación generativa
Reusable	(criterio no aplicable)	No	Si	Si / No	Si / No
Función habitual	Exhibir, mostrar en pantalla	Para incluir en una unidad instruccional o una práctica	Para incluir en una unidad instruccional o una práctica	Exhibir, mostrar en pantalla	Genera una unidad instruccional o una práctica
Dependencia exterior al objeto	No	No	Si	Si / No	Si
Tipo de estructura procedimental contenida en el objeto.	(criterio no aplicable)	Ninguna, ni tan siquiera hoja de respuestas, con puntuación, basadas en el tema	Ninguna, o solo mención al dominio específico de instrucción y evaluación.	Estrategias específicas de presentación	Independiente de la presentación, instrucción, evaluación y estrategias
Potencial de reutilización en otros contextos	Alto	Medio	Bajo	Alto	Alto
Potencial de reutilización en su mismo contexto.	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto

Tabla 5.1. Definición de tipos de aprendizaje de Wiley

Las características de la tabla 5.1 se describen a continuación con más detalle.

- **Número de elementos combinados.** Describe el número de elementos individuales (como clips de vídeo, imágenes, etc), combinados con el fin de hacer el objeto de aprendizaje.
- **Tipo de objetos contenidos.** Describe el tipo de objetos que pueden combinarse para formar el nuevo objeto de aprendizaje.
- **Reutilización de componentes de los objetos.** Describe el grado de facilidad con que los objetos constituyentes pueden ser visitados por separado y reutilizarse.
- **Función habitual.** Describe la forma en que el objeto se utiliza generalmente.
- **Dependencia exterior al objeto.** Describe si el objeto remite a información externa a él (tales como la localización en la red, o en el mismo repositorio) sobre objetos de aprendizaje distintos a él mismo.
- **Tipo de estructura procedimental contenida en el objeto.** Describe la función de los algoritmos y los procedimientos dentro del objeto.
- **Potencial de reutilización en otros contextos.** Describe la cantidad de posibilidades de uso instruccional en los diferentes contextos en los que el objeto de aprendizaje puede ser utilizado, es decir, el potencial de reutilización en diferentes áreas de contenido o dominios, por otros objetos.
- **Potencial de reutilización en su mismo contexto.** Describe la cantidad de posibilidades de uso instruccional dentro de la misma área de contenidos o dominio.

Definición de los de distintos tipos de Learning Object en SAM

Básicamente se trata de los cinco tipos definidos por Wiley (2000), y cuyas características se han descrito, que dan lugar a la adaptación propuesta en la tabla siguiente.

TAXONOMÍA DE SAM (CUADRO PRIMERO ADAPTADO)

Objeto de aprendizaje Características	Objeto de aprendizaje de tipo <i>elemental</i>	Objeto de aprendizaje del tipo <i>combinación acoplada generativa</i>	Objeto de aprendizaje <i>Guía didáctica</i>	Objeto de aprendizaje <i>instruccional generativo (GLO)</i>
Número de elementos combinados	Uno	Muchos	Pocos - Muchos	Pocos - Muchos
Tipo de objetos contenidos	Sencillo	Todos. Sencillo, Combinación acoplada generativa	Sencillo, Combinación cerrada	Sencillo, Combinación cerrada, presentación generativa
Reusable	(criterio no aplicable)	Si	Si / No	Si / No
Función habitual	Exhibir, mostrar en pantalla	Para incluir en una unidad instruccional o una práctica	Genera una unidad instruccional o una práctica dentro o fuera de la red, por uno o varios individuos.	Genera una unidad instruccional o una práctica
Parametrización	(criterio no aplicable)	Sí	(criterio no aplicable)	Parametrización generativa
Dependencia exterior al objeto	No	Si	Si / No	Si
Tipo de estructura procedimental contenida en el objeto.	(criterio no aplicable)	Ninguna, o solo mención al dominio específico de instrucción y evaluación.	Independiente de la presentación, instrucción, evaluación y estrategias automatizadas	Independiente de la presentación, instrucción, evaluación y estrategias automatizadas
Potencial de reutilización en otros contextos	Alto	Bajo	Alto	Alto
Potencial de reutilización en su mismo contexto.	Bajo	Medio	Muy alto	Alto
Incluye metadatos sobre alcance (ámbito de aplicación)	(criterio no aplicable por lo extenso y/o ambiguo)	Si	Si	Si, dependen de los parámetros y como parámetros.
Incluye metadatos sobre secuenciación	(criterio no aplicable por lo extenso y/o ambiguo)	Si, sobre secuencia externa	Si, sobre secuencias externas e internas	Si, sobre secuencias externas e internas

Tabla 5.2. Definición de tipos de objeto de aprendizaje en SAM

Las características de la tabla 5.2, adaptada, se describen a continuación con más detalle

- **Número de elementos combinados.**– Describe el número de elementos individuales (como clips de vídeo, imágenes, etc), combinados con el fin de hacer el objeto de aprendizaje.
- **Tipo de objetos contenidos** - Describe el tipo de objetos que pueden combinarse para formar el nuevo objeto de aprendizaje.
- **Reutilización de componentes de los objetos** Describe el grado de facilidad con que los objetos constituyentes pueden ser visitados por separado y reutilizarse.
- **Función habitual.**- Describe la forma en que el objeto se utiliza generalmente.
- **Parametrización.**- Describe si el objeto incluye y en qué grado y de qué tipo valores decididos por el usuario alumno para que variándolos pueda obtener una u otra ejecución (como procedimiento o como tipo de instrucción, nivel de ejecución, *skill cluster*, etc.)
- **Dependencia exterior al objeto** - Describe si el objeto remite a información externa a él (tales como la localización en la red, o en el mismo repositorio) sobre objetos de aprendizaje distintos a él mismo.
- **Tipo de estructura procedimental contenida en el objeto.**- Describe la función de los algoritmos y los procedimientos dentro del objeto.
- **Potencial de reutilización en otros contextos** - Describe la cantidad de posibilidades de uso instruccional en los diferentes contextos en los que el objeto de aprendizaje puede ser utilizado, es decir, el potencial de reutilización en diferentes áreas de contenido o dominios, por otros objetos.
- **Potencial de reutilización en su mismo contexto.**- Describe la cantidad de posibilidades de uso instruccional dentro de la misma área de contenidos o dominio.
- **Metadatos sobre alcance (ámbito de aplicación).**- Describe si contiene metadatos sobre ámbito de aplicación
- **Metadatos sobre secuenciación.**- Describe si contiene metadatos sobre secuenciación, tanto interna, de los propios contenidos, con referencias a otros objetos y recursos que enlaza, o externa para ser incluido en la secuencia de otro objeto.

La justificación que hacemos de la redefinición y de la reducción de los tipos de objetos la planteamos con los siguientes criterios y argumentos:

1. Reducimos los objetos a estos cuatro. En realidad el primero es el mismo y el segundo de nuestra taxonomía son el tercero y cuarto de LODAS, la diferencia con el GLO es que la parametrización no es instruccional en

sentido estricto, en consonancia con los tipos de habilidades o de *skills clusters* definidos a partir de los procedimientos incluidos en nuestro modelo: Conceptuales, procedimentales o mixtos, con carácter simplificado y adaptativo (excepto el/los primero/s).

2. La guía didáctica es un objeto común a todos los programas instruccionales, y tiene en todos los casos tres características básicas y comunes, concretamente: les confiere carácter constructivo a los entornos, es un punto de enlace y conjunción de todo el resto de objetos y su desarrollo se produce fuera del ordenador y de la red que solo soporta la comunicación y la interacción. Este carácter de la guía didáctica –dar sentido conjunto a los objetos que se utilizan en una unidad temática, señalar cómo se utilizan, cómo se evalúan, en qué actividades se utilizan y con qué parámetros generativos– es fuertemente aceptado por docentes por cuanto les dá sentido de ubicación en el conjunto de la unidad y en el itinerario formativo.

En definitiva con esta configuración se ven acentuados los rasgos de ayuda pedagógica y adaptatividad, dando respuesta a buena parte de las conclusiones que hemos obtenido en el capítulo anterior así como a lo planteado en el capítulo 2 sobre el estado de arte y por qué la necesidad de contar con orientaciones provenientes del diseño instruccional clásico: Se constata “el peligro de una situación de proliferación de objetos de aprendizaje, o de en general material tecnológico de potencial o eventual uso instruccional, sin una base teórica o carente de principios de organización o de estructuración lógica formal” (Wiley, 2000). Por tanto desde este sector se detecta la necesidad de una teoría del diseño instruccional clásico que de apoyo a la teoría y a la práctica del diseño instruccional tecnológico. Y que dé sentido al uso y a la organización de los LO desde el mundo de la psicología del aprendizaje. Esta necesidad es pues clara y sentida. (2.7.1 Sentido y alcance de los modelos existentes).

A continuación se dan ejemplos descriptivos de cada uno de los tipos y se explican sus diferencias y similitudes.

Objeto de aprendizaje de tipo *elemental*

Un fichero (JPG, MP3, un video clip, etc.) conteniendo un elemento de información utilizable en un contexto instruccional. Por ejemplo una imagen sobre aplicaciones de la parábola (o de las cónicas en general) en la arquitectura (Fig. 5.3.1)¹¹.



Figura 5.1. Un ejemplo de objeto de aprendizaje de tipo elemental.

¹¹ <http://www.spanish-architecture.info/SP-BA/BA-003.htm>

A veces el objeto aparece como una información invariable procedente de un fichero independiente u obtenida de un fichero más complejo, pero igualmente como una información compleja invariante. En ambos casos consideramos los objetos de esta categoría, igual puede ser la imagen del alzado del proyecto (Fig. 5.3.2) AGBAR como el proyecto entero (Solé, 2007).

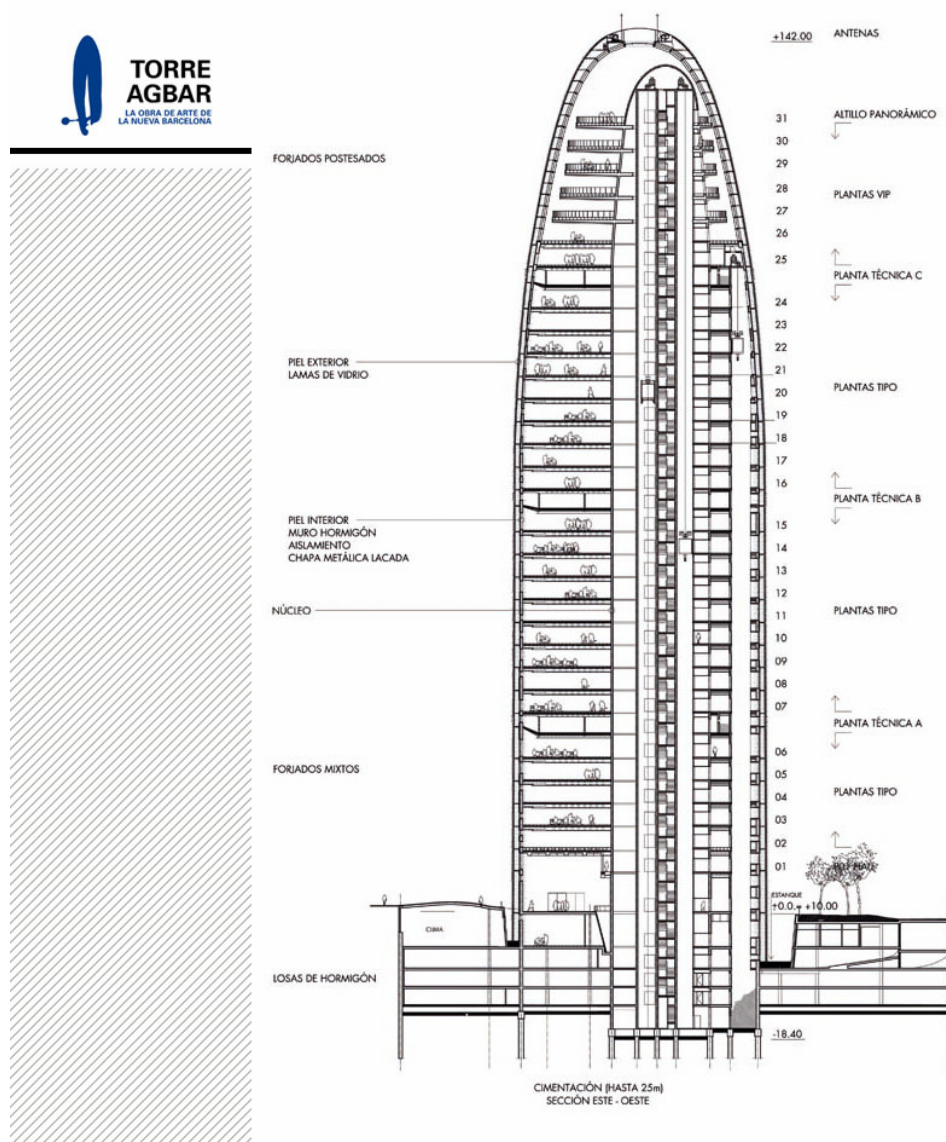


Figura 5.2. Un ejemplo de objeto de aprendizaje de tipo elemental.

Un objeto de este tipo puede ser igualmente una animación, soportada en un applet Java, de una aplicación completa de Anatomía (también sería un objeto de esta categoría la aplicación completa), como las que ofrece catalogada en Merlot *The Digital Anatomist Project*¹², en *Interactive Atlases*. El objeto, la animación, en particular lo podemos encontrar en <http://www9.biostr.washington.edu/cgi-bin/DA/imageform>.

¹² <http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=75374>

Objeto de aprendizaje del tipo *combinación acoplada generativa*.

Puede constar de varios objetos acoplados y cerrados o puede tener parámetros de ejecución de los que derive un uso instruccional generativo en base a los aprendizajes que se produzcan en el uso por interacción transaccional (Merril, 1999)³.

Por ejemplo un *applet* Java para representar elipses variando los parámetros (distancias focales, semiejes y excentricidad). Algunos de ellos y viendo como varían el resto y las propiedades gráficas y funcionales.

Se trata de una síntesis de los anteriores tipos *combinación modificable* y *presentación generativa*. Puede generar él mismo una unidad o una práctica o puede estar incluido en una unidad instruccional más amplia. La decisión sobre la modalidad de presentación se decide sobre parámetros de representación y exclusivamente dentro del sistema. No es secuenciable internamente. A esta categoría pertenecen todos los que Merlot¹³ clasifica como “tutoriales”, “presentaciones”, “simulaciones”

Como ejemplos podemos proponer todos lo que aparecen en la aplicación obtenida en Merlot, modalidad “tutorial”, “Larry Green's Applet Page”, y que tiene que ver con el problema de programación Lineal que proponemos (http://www.ltconline.net/greenl/java/index.html#Linear_Programming). La ficha que da Merlot es la de la figura 5.3.3 <http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=77279> :

¹³ <http://www.merlot.org>

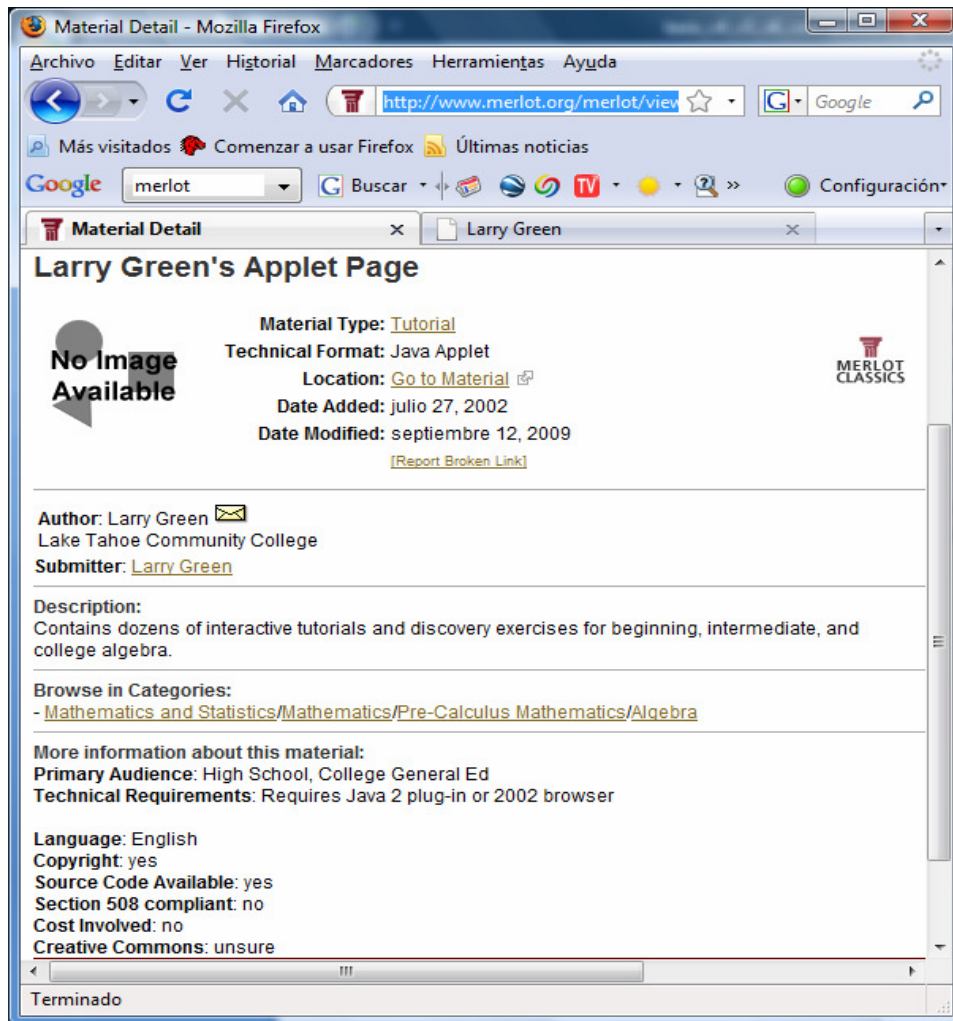


Figura 5.3. Un ejemplo de objeto de aprendizaje de tipo combinación acoplada generativa (metadatos en MERLOT).

En particular en la opción (ejercicio) de la figura 5.3.4 obtenemos la representación del ejercicio para las restricciones y la función de beneficio G que establecemos:

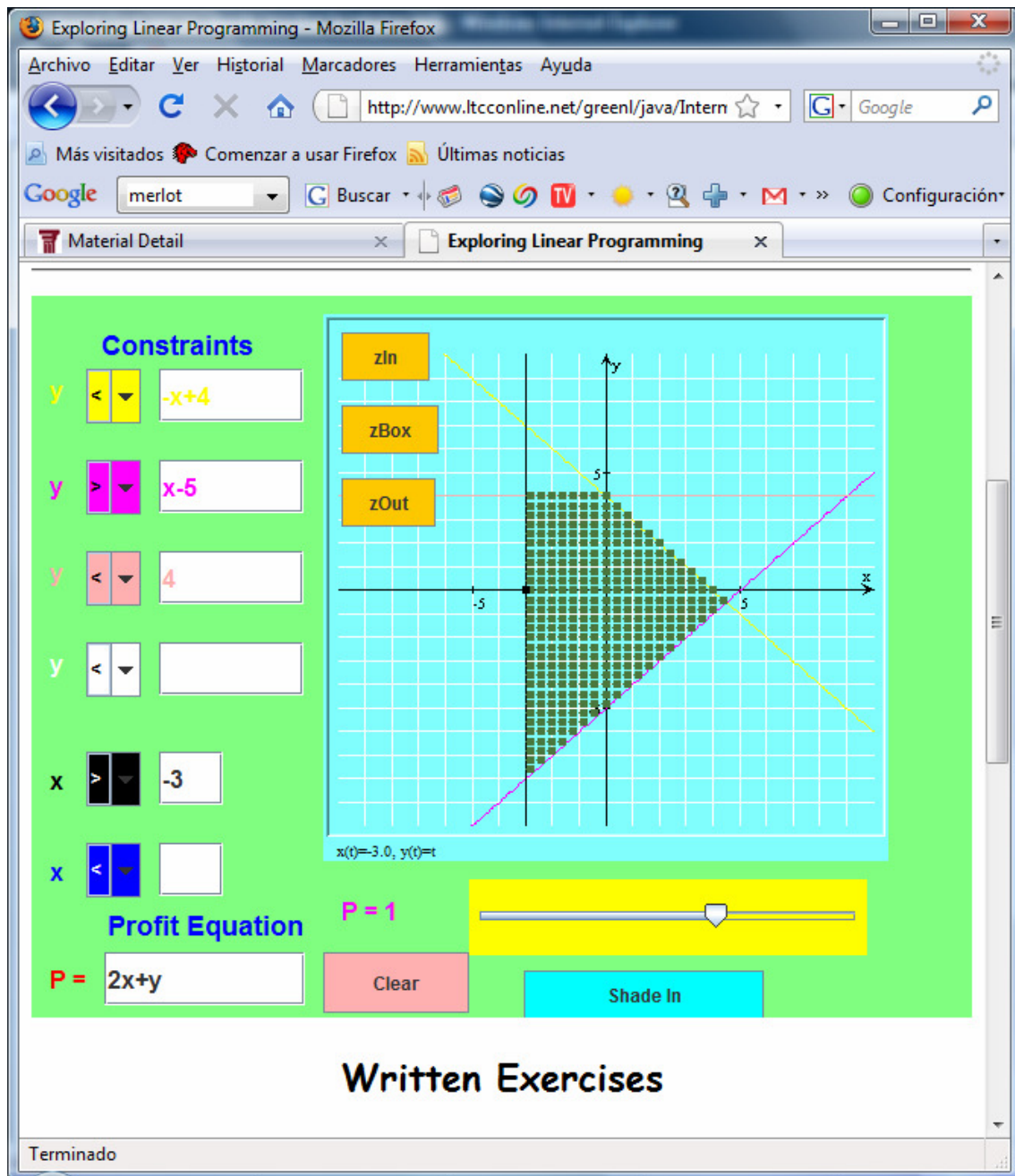





Figura 5.4. Un ejemplo de objeto de aprendizaje de tipo combinación acoplada. Otro ejemplo es la aplicación que aparece en Merlot como “simulación”:

Mathematical Visualization Toolkit



Material Type: [Simulation](#)
Technical Format: Java Applet
Location: [Go to Material](#) 
Date Added: julio 17, 2001
Date Modified: diciembre 09, 2009
[\[Report Broken Link\]](#)





About this material:

[Peer Reviews](#) (1) avg: ★★★★★
[Comments](#) (14) avg: ★★★★★
[Learning Exercises](#) (6)
[Personal Collections](#) (131)
[Author Snapshot](#)

Add your own:

[Write a comment](#)
[Create a learning exercise](#)
[Log in to add this to a personal collection](#)

Author: University of Colorado at Boulder Department of Applied Mathematics 
University of Colorado at Boulder, Department of Applied Mathematics
Submitter : [Kurt Cogswell](#)

Description:
This site consists of a collection of plotting and solving applets featuring a uniform user interface. This site was selected as the 2005 MERLOT Classics Award winner for the Mathematics discipline due to its value and effectiveness as a set of teaching/learning tools. Visualizing mathematical concepts, especially in three-dimensional space, can be quite difficult for students. These tools and applications enable students to see the concepts in action and to come a deeper understanding of the underlying mathematics. In addition, the collaboration between the faculty, students and Sun Microsystems staff who together designed and constructed these tools was quite unusual and impressive. The collaboration itself is an inspiring model.

Keywords:
3d graphing, volumes of revolution, Taylor polynomials

Browse in Categories:

- [Mathematics and Statistics/Mathematics/Calculus](#)
- [Mathematics and Statistics/Mathematics/Differential Equations](#)
- [Mathematics and Statistics/Mathematics/Numerical Analysis](#)

More information about this material:
Primary Audience: College General Ed

Figura 5.3.1 Un ejemplo de objeto de aprendizaje de tipo combinación acoplada

Un ejemplo de la herramienta de representación de superficies, o de funciones de dos variables lo podemos ver en la figura 5.3.5 (<http://amath.colorado.edu/java/mvt.php>) :

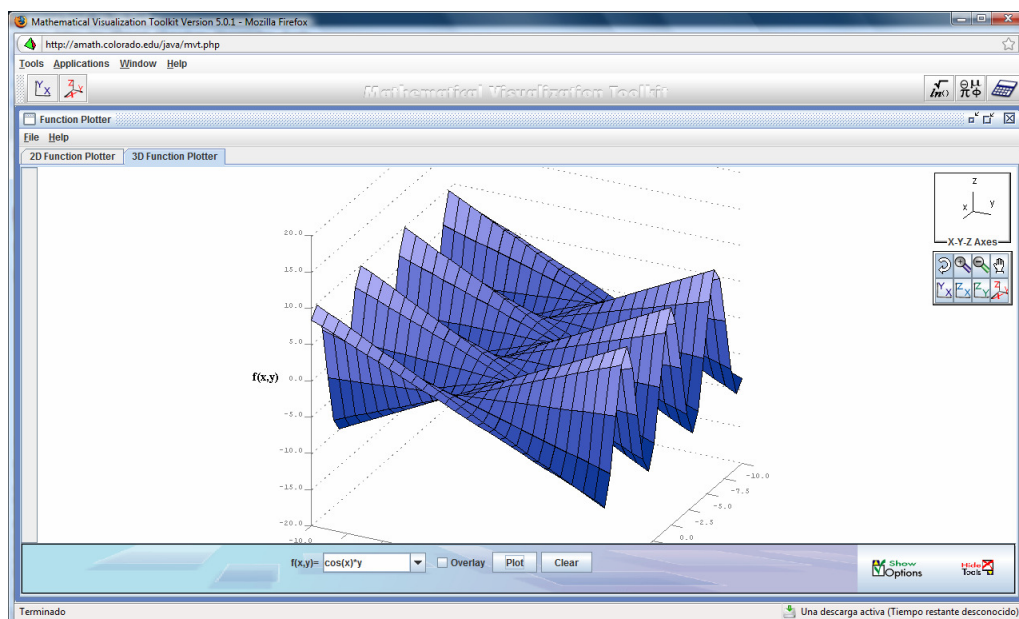


Figura 5.5. Segundo ejemplo de objeto de aprendizaje de tipo combinación acoplada

Objeto de aprendizaje Guía didáctica. Es un objeto que da enlace y cohesión instruccional al conjunto de objetos vinculados con unos objetivos formativos comunes. Es el objeto de aprendizaje que soporta a la Guía Didáctica Instruccional clásica. Esto es entendido fácilmente por los docentes y los técnicos en diseño instruccional. Puede hacer viable la usabilidad de un módulo instruccional en distintas plataformas y en distintos contextos instruccionales (transportabilidad).

Por ejemplo un objeto de este tipo sería, por ejemplo, la guía de la unidad didáctica *Las cónicas*. Que incluiría la guía de actividades y recursos (o enlaces con ellos a través de vínculos con objetos de los otros tipos o externos) para conseguir los objetivos en relación a estos contenidos (conceptos y competencias). Y todas las pautas para su desarrollo y evaluación.

En nuestra propuesta este tipo de objetos se obtiene por empaquetamiento de un bloque temático en un LMS que ofrezca esta posibilidad.

Sin embargo es poco frecuente encontrar un objeto con este planteamiento en un repositorio. Hemos encontrado en Merlot dos referencias a este tipo de elemento instruccional. Uno de los cuales ofrecemos como ejemplo: La *unit "Goya"*¹⁴, en el *Learning Space* de la *Open University*, y cuya referencia está en Merlot¹⁵ como *Online Course*, en la categoría *Arts/Art History*. Sin embargo una vez en este espacio (*Learning Space*)¹⁶ encontramos en abierto gran número de unidades con la misma estructura.

Objeto de aprendizaje instruccional generativo. Son los GLO que hemos estudiado. Se trata de un ejecutable que incluye en él, o que vaya incrustada, o le de cobertura en el sentido Merrill (1999), una transacción instruccional (Merrill, 1999)¹⁷, que suministra información a ambos (ejecutable y transacción

¹⁴ <http://openlearn.open.ac.uk/course/view.php?id=2412>

¹⁵ <http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=301568>

¹⁶ <http://openlearn.open.ac.uk/>

¹⁷ En el diseño basado en la tecnología de la instrucción, una de las ventajas de representar los contenidos que se enseñan en una base de conocimientos que consta de componentes de conocimiento es que una estrategia de instrucción puede ser escrita como un algoritmo que utiliza el conocimiento como componentes de datos. Un algoritmo de instrucción dado puede escribirse una vez y se utiliza una y otra vez. Un diseñador creativo podría escribir una de las partes del algoritmo de transacción instruccional (*parametrización generativa*) que funcionan con cualquier tema. La elaboración de dicha *parametrización generativa* consistiría simplemente de crear la base de conocimientos. El algoritmo de instrucción podría enseñar el contenido sin más diseño.

La expresión *parametrización generativa* es de producción propia y equivale a *transaction Shell* tal como la define Merrill (1999, Págs. 14 y 15).

Sin embargo la transacción instruccional, tal como la establece Merrill en REIGELUTH, Ch. (1999, págs. 439-447), es bastante más compleja y guarda bastante parecido con lo que es el mecanismo de la programación lógica: Hechos (base de datos de conocimientos), reglas (shell instruccional) y motor de inferencia (en este caso curiosamente utilizan el mismo término para ambos conceptos).

instruccional) y proporciona la práctica del procedimiento o de los procedimientos asociados.

Por ejemplo, un ejecutable sobre cónicas que permita distinguir el tratamiento: Geométrico o algebraico (Como lugares geométricos con su ecuación, y otras elementos y parámetros o como secciones cónicas). O un ejecutable sobre el problema de PL que permita establecer el contexto y el nivel de simplificación de las tareas (dos variables, el plano, etc. o tres variables y el espacio, o el problema general). Y establecer la secuencia de acuerdo con los principios del Método de Simplificación de Contenidos (SCM) de Reigeluth que ya se ha mencionado anteriormente.

Podemos encontrar ejemplos de este tipo de objetos en el repositorio de RLO-CETL (proyecto interuniversitario que ya hemos descrito en 2.4). Tenemos una aplicación *intraLibrary*¹⁸, accesible por alumnos y profesores para que creen a partir de un escenario las condiciones de ejecución práctica de un objeto. Esto se hace con *login* y de forma restringida.

También hay un acceso abierto en *Completed RLOs*¹⁹ y en otros repositorios británicos como *Intute*²⁰

Un ejemplo interesante es el titulado “Should Sarah smack her child?”²¹, que es un GLO donde se explora la dimensión ética y diferentes puntos de vista en torno al uso de castigo en niños. Esta LO presenta una gama de actores con diferentes puntos de vista, y de referencias y circunstancias de distinto tipo, modificables por el profesor en atención a los objetivos formativos (planteamiento de dilemas, etc.). La ficha y el aspecto los podemos ver en las figuras 5.3.6, 5.3.7 y 5.3.8.

¹⁸ <http://www.rlo-cetl.ac.uk:8080/>

¹⁹ http://www.rlo-cetl.ac.uk/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=246&Itemid=297#foundationsciences

²⁰ <http://www.intute.ac.uk/cgi-bin/fullrecord.pl?handle=20080131-11262237>

²¹ Repositorio de la Universidad de Nottingham
<http://www.nottingham.ac.uk/nmp/sonet/rlos/sociology/sarah/>

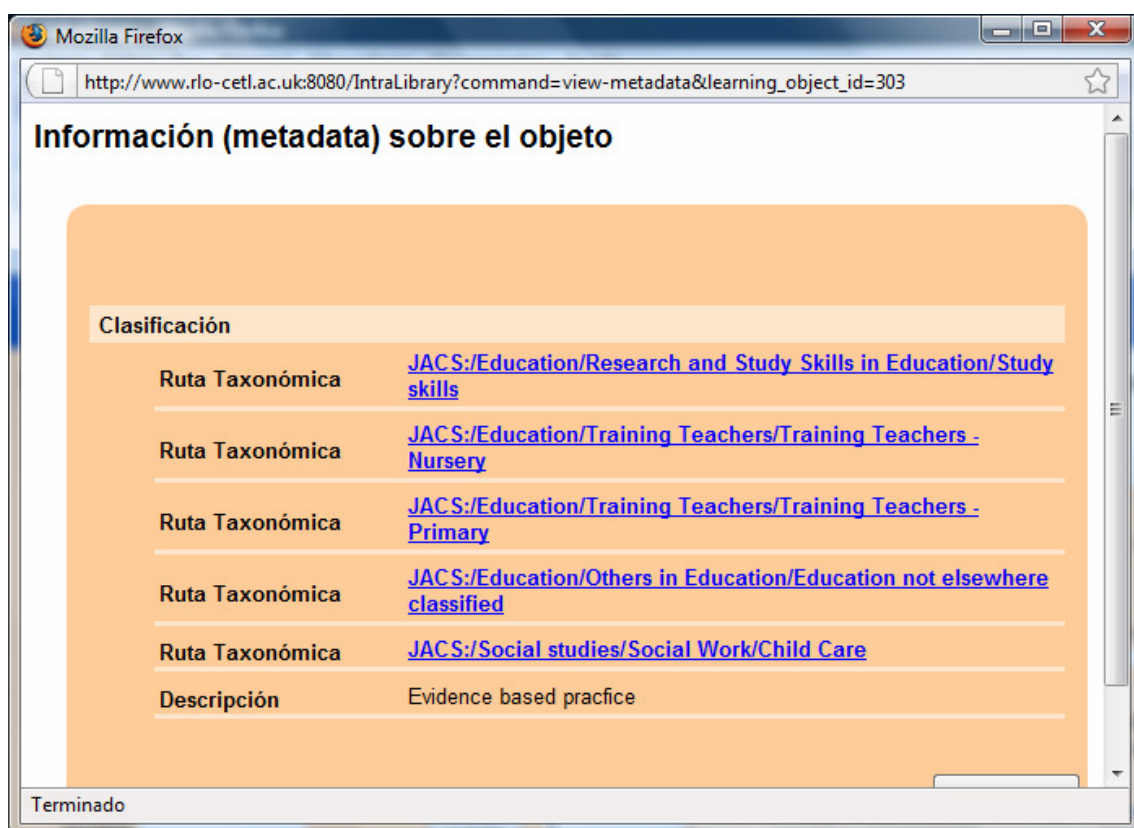


Figura 5.6. Ejemplo de objeto de aprendizaje instruccional generativo (metadatos)



Figura 5.7. Ejemplo de objeto de aprendizaje instruccional generativo

5.3.2 Esquemas de relaciones

SAM establece la consideración de los contenidos en un esquema que es síntesis y organización conjunta de relaciones operativas y conceptuales. En ambos casos se trata de una diferenciación de contenidos no disciplinar, es decir se trata de los contenidos de aprendizaje de un área de contenido indiferenciada inicialmente (por ejemplo, Matemáticas, Psicología,...).

Básicamente los contenidos que vamos a considerar, como podemos ver en el ejemplo de relaciones conceptuales siguiente es:

- Contenidos conceptuales (hechos, datos, informaciones, conceptos, ideas, definiciones, etc.).
- Contenidos procedimentales (Algorítmicos y heurísticos básicamente)
- Contenidos complejos que tengan que ver con tareas que implican competencias complejas, o que puedan dar lugar a otro esquema de relaciones.

Las relaciones que se consideran, como igualmente puede verse en el ejemplo siguiente, son de dos tipos:

- Las que indican una vinculación entre una tarea y sus subtarea, o de un concepto y sus subconceptos o de un elemento de otro tipo y sus subelementos de un subnivel de elaboración.
- Las que indican una vinculación (en doble dirección) entre conceptos, tareas o elementos de elaboración de naturaleza o sentido análogos o idénticos pero en distinto contexto.

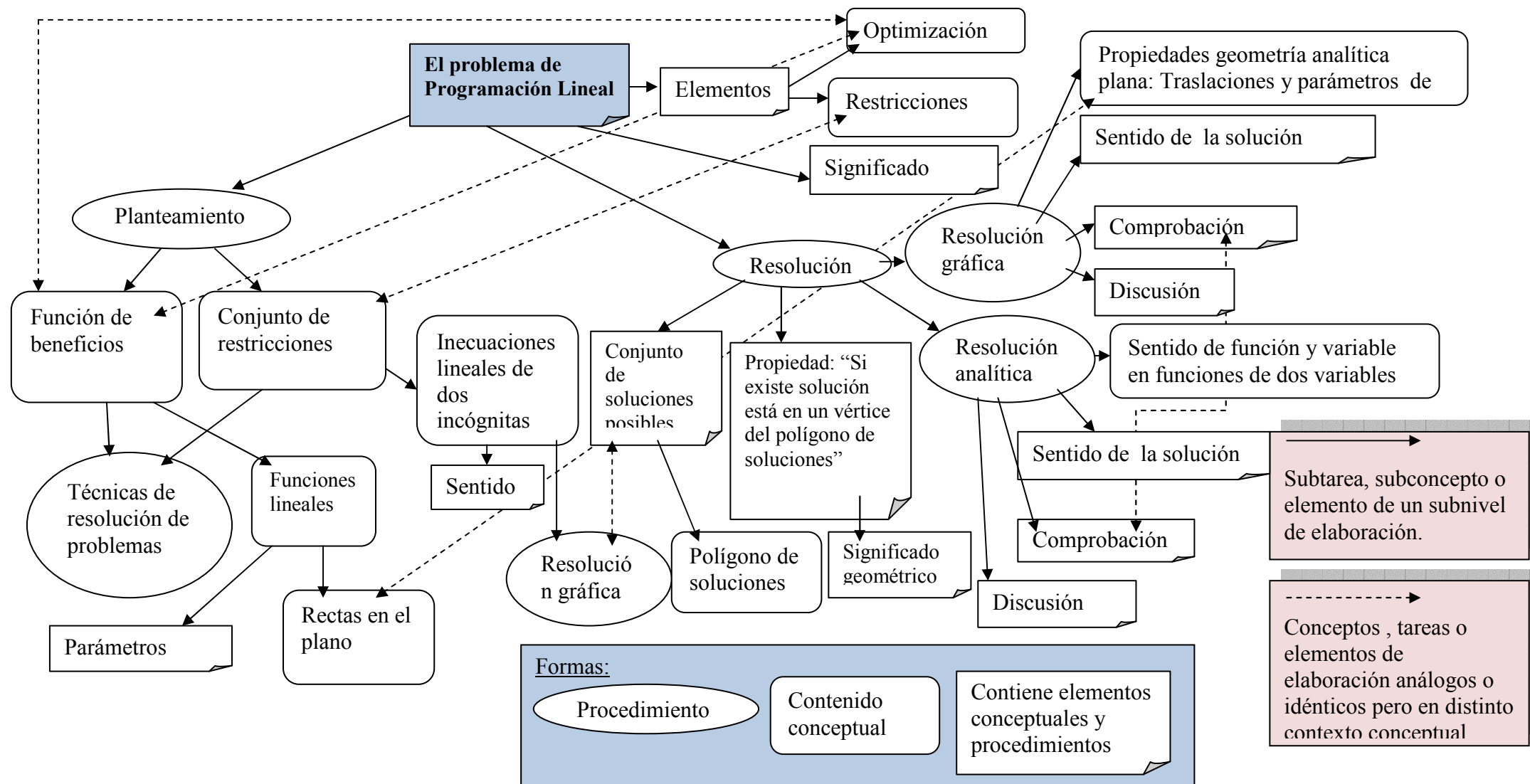


Figura.5.8. Ejemplo de esquema de relaciones

Para concluir, nosotros partiremos exclusivamente de la teoría clásica de la elaboración de Reigeluth, y además:

1. Diferenciamos en tres tipos elementos de aprendizaje: Conceptuales procedimentales y complejos (elementos que son susceptibles de volver a diferenciarse en otros elementos de elaboración más simples y de volver a sintetizarse —ver nomenclatura y términos compatibles con lo hecho en el problema de PL—, y que contienen tanto conceptos como procedimientos).
2. Los organizamos en un esquema de relaciones operativas — subconceptos, subtareas y otros subelementos de elaboración— y conceptuales —relaciones de equivalencia entre objetos de aprendizaje idénticos o previos pero que situados en un contexto distinto tienen un sentido o un significado diferente—. Ver nomenclatura y términos compatibles con lo hecho en el problema de PL.

Hasta aquí lo ya enunciado y descrito. Además:

3. Trasladamos el esquema plano y ramificado en un esquema limeal o secuencia con distintos niveles de ejecución.
4. Trasladamos el esquema lineal (secuencia) a un objeto Guía Didáctica, que establezca la llamada progresiva y secuenciada a objetos simples —de igual forma a como se hace desde en una guía incluida en un LMS—. Por tanto procede la definición de etiquetas de metadatos incluidas en el objeto Guía Didáctica desde donde se llaman los objetos simples, que corresponden a tareas, subtareas, contenidos y subcontenidos de la unidad. Y la etiqueta de “conocimientos previos” donde se incluyan como valores los objetos guías didácticas donde se desarrollan los contenidos precisos el desarrollo del objeto que estamos abordando: “Inecuaciones lineales”, “funciones lineales”, “técnicas de resolución de problemas” Por tanto habrá etiquetas de metadatos para para la secuencia dentro del objeto-unidad que los integra, y etiquetas de metadatos que indiquen la integración en unidades más amplias, por ejemplo “nivel”, “ciclo formativo”, “correspondencia del lenguaje con etapa de desarrollo cognitivo”, etc.

5.3.3 Especificaciones sobre alcance y secuencia

SAM contempla la aplicación de las especificaciones que se derivan de la organización para el alcance y la secuencia de objetos de aprendizaje.

Los criterios de nuestro modelo los hemos obtenido de LODAS y de las cuatro teorías enunciadas y de aplicación discrecional a situaciones concretas para definir relaciones operativas y taxonomías conceptuales.

Desde el campo del diseño instruccional tecnológico (despliega y organización de objetos de aprendizaje basados en la tecnología) se constata (Wiley, 2000) el peligro de una situación de proliferación de objetos de aprendizaje, o de en general material tecnológico de potencial uso instruccional, sin una base teórica

o carente de principios de organización o de estructuración lógica formal. Por tanto desde este sector se detecta la necesidad de una teoría del diseño instruccional clásico que dé apoyo a la teoría y a la práctica del diseño instruccional tecnológico. Y que dé sentido al uso y a la organización de los LO desde el mundo de la psicología del aprendizaje.

Ya hemos repetido que este trabajo es una revisión y completación de forma simplificada de la teoría LODAS. Esta propuesta a su vez la hace Wiley a partir del concepto general de teoría instruccional clásico definido por Reigeluth (1999) que la define como “métodos de instrucción y las situaciones en que estos métodos deben de utilizarse”.

En el trabajo citado se revisan, sintetizan y combinan cuatro teorías de diseño instruccional: la propia Teoría de la Elaboración, el Modelo de Trabajo de Síntesis, la Teoría de Dominio, y el modelo de Diseño Instruccional de Cuatro-Componentes.

En una revisión de todos estos antecedentes descritos en el capítulo 2 hemos obtenido especificaciones pedagógicas, aplicables en proceso de diseño instruccional que entresacamos a continuación y las aplicamos como conclusiones para dos bloques:

- Especificaciones sobre alcance y secuencia (a aplicar éstas sobre las especificaciones que utilizamos básicamente que son las de la teoría de elaboración de Reigeluth —si no hace falta no se complicarán los procesos siguiendo el criterio ya enunciado de Parsimonia)
- Agrupación de competencias (*Skills clusters*).

Igualmente recordemos que en el transfondo subyace en todo momento los criterios de simplificación y de adaptatividad:

- **Simplificación.** El nivel de diferenciación y de complejidad es innecesario y redundante. Esto hace difícil y poco atractivo ese trabajo por los docentes. Damos como alternativa, en este trabajo, un método simplificado basado en la teoría clásica de la elaboración de Reigeluth que aplicamos en la parte nuclear de la tesis.
- **Adaptatividad.** Para Reigeluth la eficiencia de los objetos en sí y del diseño instruccional donde se insertan no es el objetivo último sino el conseguir una adaptación a las diferencias individuales de los alumnos. Establecer una correlación entre las características del uso del objeto y las diferencias individuales de los alumnos. Esta conceptualización enlaza directamente con el carácter abierto de los GLO. Se trata de un aumento significativo de la eficiencia de la instrucción, entendida en cuanto mayores sean las posibilidades de adaptarse, el objeto, con las características del alumno, y cuanto mayor quede reflejada esta posibilidad en el diseño instruccional (Reigeluth, comunicación personal a Wiley, 14 de junio, 2000).

Ambos conceptos, el de adaptatividad, o carácter adaptativo, y el de simplificación han sido definidos y suficientemente tratados en el capítulo 3.

Igualmente, en el apartado de conclusiones, ya tratamos la crítica suscitada por el propio Wiley (2000), a pesar de asumirlo para su modelo LODAS (no obstante haber sido consciente del alcance de esta primera teoría, una vez que las consideraciones de adaptatividad se combinan con la práctica de los objetos de aprendizaje, estos deberían ser considerablemente más atractiva para los estudiantes que son los usuarios de la formación. Sin embargo esto no ha sido así), y nuestra propia crítica respecto a las limitaciones sobre adaptatividad y simplicidad que justifican SAM.

En la tabla del capítulo 3 (Tabla 3.1.2 Niveles de adaptatividad) formulábamos unas preguntas. En el análisis que hacemos y que hacen Reigeluth y Wiley (aquél a través de éste), se trata de cuestiones que tienen que ver con el aprendizaje, en relación con el diseño y con la combinación de objetos de aprendizaje, es decir son cuestiones de alcance (ámbito de uso) y secuencia. Por lo tanto, el objetivo principal de la teoría que debe ilustrar cualquier proyecto de diseño instruccional es proporcionar el alcance y la secuencia de orientación para la organización y el despliegue de objetos de aprendizaje. Y a estas preguntas debe responderse en relación con el uso concreto de un objeto. Por tanto los metadatos que han de acompañar a los objetos “guía didáctica” y a los otros tipos han de responder en todo caso a esas cuestiones en relación con aprendizaje, alcance y secuencia:

Aprendizaje

- ¿A qué intenciones educativas (instruccionales) obedecen los objetos de aprendizaje?
- ¿en que contexto se integran?
- ¿para qué alumnos?

Alcance, ámbito de aplicación

- ¿Cuáles son los componentes de un objeto de aprendizaje?
- ¿Qué es un objeto de aprendizaje ya elaborado?
- ¿Qué pasa cuando se ejecuta un objeto de aprendizaje?
- ¿Qué es lo innecesario?

Secuencia

- ¿Qué hago con estos objetos de aprendizaje?
- ¿Para qué pueden ser usados?
- ¿Cómo puedo ensamblarlos?
- ¿En qué orden deben ofrecérsele al alumno?

No obstante, como decimos, las teorías de diseño instruccional que proporcionan orientaciones abiertas para hacer del alcance y la secuencia la base de las decisiones fueron seleccionadas en la revisión de teorías que hizo en su tesis (Wiley, 2000) y se utilizan en la creación de la propuesta de la teoría para el diseño instruccional de objetos de aprendizaje (LODAS).

Criterios resultantes de la revisión de las cuatro restantes teorías y de LODAS

Las cuatro teorías de diseño instruccional²² son abiertas y contienen planteamientos de **alcance** y de **secuencia** que podrían ser aplicables a los objetos de aprendizaje.

Estas teorías se analizan a continuación. Cada revisión contiene una descripción y discusión, que termina con un resumen sobre orientación en cuanto a temas de alcance y de la secuenciación que proporciona la teoría en cuestión.

La Teoría de la Elaboración de Reigeluth (1999a) ha sido descrita de forma extensa en otros lugares de este trabajo y suministra la base teórica fundamental para el modelo propuesto. Abundando en el cuadro anterior — Tabla O2.1.1— Wiley (2000) sostiene que ayuda a los usuarios a "seleccionar y contenido de la secuencia de tal forma que se optimice el logro de objetivos de aprendizaje" (p. 426). Este planteamiento es apoyado por citas numerosas a la literatura (Reigeluth, et al. 1980; Reigeluth y Darwazeh, 1982; Reigeluth, 1992, 1979) y ha sido revisado críticamente por Wilson y Cole (Wilson y Cole, 1992).

Dentro de las aportaciones de Reigeluth destaca como más reciente *The theory's Simplifying Conditions Method (SCM)*, reseñada y tratada en el apartado anterior.

Modelo de trabajo de síntesis. En muchos sentidos, el trabajo Modelo de síntesis (Bunderson, et al., 1981; Gibbons et al., 1995; Gibbons y Fairweather, 1998) representa una reacción contra la naturaleza fragmentaria del enfoque de diseño instruccional tradicional "análisis descendente a partir de objetivos", que se plantea como una tarea de análisis de arriba a abajo: objetivos→contenidos→actividades→evaluación.

Gibbons, et al. (1995) describe el trabajo que hace el diseñador instruccional como un modelo de síntesis "sistemáticamente combina y recombina tareas y objetivos que, a través de procedimientos de análisis de la tarea, se han fragmentado en un nivel bajo". Gibbons, et al. (1995) catálogos los problemas (desde el punto de vista del diseñador instruccional) mediante el mapeo de los eventos instruccionales de forma estricta, tradicional, y de uno a uno, desde los objetivos hasta los eventos (actividades para aprender conceptos y procedimientos). Este planteamiento entraña la necesidad de que la instrucción, y sus práctica se produzca en los diferentes medios (recursos) y con diferentes recursos integrados, así como que la práctica sea cada vez más en entornos de ejecución más realistas, la necesidad de prácticas cada vez más integradoras, así como la necesidad de objetivos relacionados con el grupo. El modelo de trabajo de síntesis también se basa en el concepto de "micro-mundos cada vez más complejos".

Conclusion 1^a para nuestro modelo.-

²² Teoría de la Elaboración (en sentido amplio), *Elaboration Theory* (Reigeluth, 1999a),

Modelos de trabajo de síntesis, *Work Model Synthesis* (Gibbons, et al., 1995), Teoría del dominio, *Domain Theory* (Bunderson, Newby y Wiley, 2000), y el Modelo de diseño instruccional de cuatro componentes, *Four-Component Instructional Design model* (van Merriënboer, 1997).

Este tipo de análisis es demasiado o innecesariamente complicado. En el mapeo que proponemos solo incluimos eventos conceptuales y procedimentales, o mixtos de ambos, dejando la integración de recursos para una fase posterior —a la secuenciación— del diseño instruccional.

La perspectiva del *modelo de trabajo de síntesis* proporciona también según Wiley (2000) una orientación explícita para el alcance y la secuencia en que pueden integrarse los objetos de aprendizaje:

Resumen sobre las orientaciones respecto del ámbito de aplicación (**alcance**): Los objetos de aprendizaje (en este caso los confunde quizá con actividades) son eventos instruccionales que surgen, como resultado, instados por un modelo de trabajo, y deben ser lo suficientemente grandes como para enseñar significativamente, procesos del mundo real o ejecuciones. Uno o más objetivos de formación tradicionales pueden vincularse con un objeto de aprendizaje.

Resumen sobre las orientaciones respecto de **secuenciación**: Los objetos de aprendizaje deben ser secuenciados en un orden que simula el mundo real, de tal manera que su rendimiento aumenta en proporción a la fidelidad a la realidad (la verosimilitud). Por otro lado como más de un objeto de aprendizaje puede crearse a partir de un único modelo de trabajo, y en función del mismo o de los mismos objetivos de aprendizaje, se puede establecer una relación de equivalencia entre los objetos de aprendizaje a la hora de secuenciarlos. De tal forma que se pueden sustituir unos por otros en la secuencia.

Conclusión 2ª para nuestro modelo:

Esta idea, de la equivalencia para la secuenciación, es importante y para ser tomada en cuenta pero no es el elemento más significativo ni/o identificador del modelo.

Sin embargo el mundo real no es el elemento más importante a la hora de la secuencia, ni tan siquiera a la hora de conectar con el mundo de los intereses, significaciones o representaciones de los alumnos, que es mucho más complejo y difícil de abarcar en un modelo simplificado o de síntesis.

Teoría del Dominio. La Teoría del Dominio, o la Teoría del Ámbito como también puede traducirse *The Domain Theory* de Bunderson, Newby y Wiley (2000) puede verse como una extensión del enfoque del modelo de trabajo de síntesis aplicado a la evaluación. La Teoría de Dominio proporciona pautas sobre alcance y secuencia basadas en la Teoría fundamental de la Medición (Krantz et al. 1971, 1989, 1990; Perline et al. 1979; Wright 1985; Fisher y Wright 1994; Michell 1999). La Teoría del Dominio proporciona un método riguroso para la exploración y mapeo de un dominio de conocimientos, apoyándose en cuatro tipos matemáticamente sofisticados de invarianza para proporcionar una visión estable del dominio a través del tiempo: Invarianza en el conjunto de individuos, invarianza en la tarea, invarianza en la unidad de medida, e invarianza de interpretación.

Este objetivo principal de la teoría del dominio — exploración y mapeo de un dominio de conocimientos apoyándose en las invarianzas— queda fuera del ámbito de nuestra aplicación y, por tanto, no se examina en más detalle aquí.

Sin embargo, una de las técnicas de análisis empleadas en el método de asignación de dominio proporciona pautas para determinar alcance y secuencia, y esta técnica se constata aquí, como hace Wiley (2000), pero solo a efectos de revisión de teorías.

Conclusión 3ª

En conclusión podemos extraer como metodología de trabajo, pero no automatizado sino de trabajo en equipos mixtos de docentes, diseñadores-instruccionales-tecnológicos (informáticos), documentalistas, etc. la recogida de datos mediante patrones y la incorporación en terminos de objetos de tareas reales. Esto enlaza con la metodología que hemos visto del CETL, y también con lo dicho acerca de la naturaleza de los GLO.

Resumen sobre las orientaciones respecto del ámbito de aplicación (**alcance**):

En este caso los objetos de aprendizaje son al tiempo los eventos de instrucción (actividades) y las evaluaciones resultantes de hasta qué punto las actividades del mundo real pueden obtener unos objetivos formativos. El alcance de cada uno de los objetos aumenta a medida que la distancia, en una escala unidimensional, entre la ejecución real y los objetivos formativos es mayor (la expresión alcance obtiene aquí su máximo significado).

Resumen sobre las orientaciones respecto de la **secuencia**:

En este caso está muy claro: El factor que regula la secuenciación es la **experiencia**. Los objetos de aprendizaje deben ser secuenciados en función de su dificultad a partir de las experiencias personales, en escalas unidimensionales (múltiples escalas unidimensionales, una por cada ámbito de experiencia).

Conclusión 4ª: La dificultad en este caso deriva a que las experiencias personales son muy distintas y en establecer la equivalencia en términos de experiencia para distintos tipos de objetos de aprendizaje, que sean intercambiables en la misma secuencia.

Modelo de diseño instruccional de cuatro componentes de van Merriënboer

Four-Component Instructional Design (4C/ID) model. Van Merriënboer's **4C/ID** model of instructional design (van Merriënboer, 1997; Paas y van Merriënboer, 1992; van Merriënboer y Dijkstra, 1996; van Merriënboer, Jelsma y Paas, 1992).

El modelo de diseño instruccional de cuatro componentes **entraña** una sofisticada forma de diseñar la formación que se apoya en el aprendizaje de habilidades cognitivas complejas.

El modelo 4C/ID tiene cuatro fases. Estas son:

1. "Principio de descomposición de habilidades". En esta fase se rompe la estructura compleja de las habilidades con objeto de formar o entrenar en el desempeño de un conjunto de habilidades cognitivas más simples: Habilidades recurrentes (algoritmos) y habilidades no recurrentes (heurísticos).
2. En la segunda fase se lleva a cabo un análisis más detallado de estos dos conjuntos de habilidades, con objeto de revelar, poner de manifiesto, el tipo de conocimiento en que se apoyan.
3. Seleccionar métodos de instrucción para la práctica de habilidades constituyentes de la competencia principal que se desea conseguir, y diseñar y desplegar la información de apoyo (hay que destacar que el énfasis en esta fase se pone más en la práctica que en la presentación de información), y
4. Redactar una estrategia de capacitación (van Merriënboer, 1997)

Este método aporta como elemento importante la posibilidad de diferenciar procedimientos algorítmicos de procedimientos heurísticos a la hora de mapear elementos de elaboración en la secuencia elaborativa, de hacerlos más abiertos (adaptativos) sobre todos a aquellos, los algoritmos. Esto lo aplicaremos en el punto siguiente. Y en este sobre alcance, granularidad.

Al igual que con las tres primeras teorías, el modelo 4C/ID no ha sido creado para proporcionar apoyo explícito para establecer el alcance y la secuencia de objetos de aprendizaje. Sin embargo, sus recomendaciones sobre alcance y secuencia pueden extrapolarse a apoyar el diseño instruccional basada en objetos de aprendizaje.

Resumen sobre las orientaciones respecto del ámbito de aplicación (**alcance**):

Van Merriënboer identifica tres niveles de alcance, o granularidad²³: habilidad para identificar las agrupaciones de habilidades, plantear un caso tipo, y resolver problemas específicos. Una vez que el constituyente principal de la habilidad ha sido identificado, indicando los objetivos de lo que tenemos que hacer y qué hacer con los resultados, etc, se pueden crear procedimientos similares para cada caso.

Los objetos de aprendizaje pueden ser de dos tamaños: Agrupaciones de objetos por habilidad (*skills clusters*), lo que van Merriënboer (1997) llama nivel macro, y problemas específicos (nivel micro). Los *skills clusters* deben tener un alcance adecuado a fin de que una sola agrupación (*clusters*) no requiera más de 200 horas para aprender (van Merriënboer, 1997).

El primer tipo de cluster debe ser lo suficientemente pequeñas como para que los alumnos comiencen la práctica en un sistema simplificado, pero auténtico, versión de toda la tarea dentro de los primeros días. El último tipo de *clusters* debe ser lo suficientemente grande como para depender de todos los elementos constitutivos de habilidades identificadas en el análisis preliminar.

²³ Conviene señalar la importancia de esta identificación entre conceptos centrales: la granularidad equivale al alcance, el ámbito de aplicación o en otro contexto al nivel de elaboración.

Los problemas específicos sólo debe ser lo suficientemente amplios como para dar ejemplos o para realizar prácticas de una determinada habilidad.

Conclusión 5ª. Estas orientaciones de van Merriënboer (1997) son enormemente válidas para el trabajo de diseño instruccional tecnológico, en lo que se refiere a granularidad. Pero añaden poco a alcance estrictamente (como ámbito de actuación) y al trabajo que estamos haciendo, pero dejan un camino abierto para el análisis de cómo afectan las agrupaciones a la secuenciación)

Resumen sobre las orientaciones respecto de la **secuencia**:

Los objetos de aprendizaje deben ser secuenciados en función de su nivel y el tipo, y con el fin de promover la transferencia cuando sea factible. Los *clusters* (agrupaciones de habilidades) de nivel macro deben ser secuenciados anexados a una tarea y de forma progresiva en función de la carga cognitiva, en el sentido de que los conocimientos se enseñan cada vez uno, y poco a poco juntos. En el caso de objetos de Meso-nivel deben ser secuenciados en función de una tarea común a todas las habilidades que se enseñan al mismo tiempo. En el caso de nivel micro, los problemas específicos pueden ser secuenciados en conjunto, en orden de fácil a complejo o, cuando sea factible, en una secuencia aleatoria con el fin de promover la transferencia.

5.3.4 Especificaciones sobre agrupaciones de competencias y diseño de objetos

En este apartado trataremos conclusiones derivadas de lo visto en las teorías clásicas, que se aplican de forma íntegra y la aplicación de especificaciones sobre agrupación de competencias y vinculación con distintos tipos de objetos de aprendizaje obtenidas de las cuatro teorías que fundamentan LODAS y por ende SAM (las mismas pero revisadas y simplificadas).

Resumimos pues lo que dicen las teorías para al igual que se hace con LODAS se puedan aplicar para establecer secuencias de objetos en los casos de habilidades complejas y como propuestas de líneas para futuras investigaciones. Y finalizamos con una serie de conclusiones sobre secuencia.

Modelo de trabajo de síntesis

El trabajo Modelo de síntesis (Bunderson, et al., 1981, Gibbons, et al., 1995; Gibbons y Fairweather, 1998) representa una reacción contra la naturaleza fragmentaria del enfoque de diseño instruccional tradicional "análisis descendente a partir de objetivos", que se plantea como una tarea de análisis de arriba a abajo:

objetivos→contenidos→actividades→evaluación.

Este modelo se describe como un constructo a partir de los mapas conceptuales (Gibbons, Bunderson, Olsen y Rogers, 1995) o como mapas conceptuales tradicionales (Gibbons y Fairweather, 1998). En otras palabras, el Modelo de trabajo de síntesis ofrece un marco en el que los objetivos individuales se pueden combinar atendiendo a su significatividad, a su sentido en el mundo real o en el contexto de tareas complejas, o modelos de trabajo. Cuando se

construyen correctamente, los resultados del modelo de trabajo son muy valiosos y dan como resultado tareas o trabajos en los que los alumnos pueden imaginarse a sí mismos haciendo un trabajo en el mundo real, en contraposición a reducir la concreción de los objetivos a situaciones que, con frecuencia, tienen poca o ninguna relevancia o verosimilitud para el alumno.

Un *modelo de trabajo*, no es pues un evento instruccional en el sentido estricto (una actividad asociada a un objetivo). Por el contrario, se trata de una especificación de que varios eventos de instrucción pueden ser asociados. Distintos tipos de esquemas que vinculen objetivos a modelos de trabajo son posibles. Esto incluye a:

- Esquemas (mapas) de *varios a uno*, en los que muchos objetivos de instrucción están integrados en un único modelo de trabajo. Por ejemplo, los objetivos "Usar correctamente las mayúsculas", "Uso correcto de signos de puntuación", y "Escribir correctamente palabras" pueden combinarse en un modelo de trabajo "Escribir una instancia solicitando la admisión". A diferencia de los objetivos individuales, en la ejecución de los trabajos de modelo tienen importancia los objetivos comunes, no implícitos, que se consigan en la ejecución, independientemente de los objetivos personales y de las implicaciones de utilidad que muchos estudiantes serán capaces de imaginarse, por verse a sí mismos el ejercicio de la actividad. Esto le da una importancia y relevancia adicional a la tarea.
- De *uno a muchos*, en el que un solo objetivo instruccional está vinculado con varios modelos de trabajo. Por ejemplo, cada uno de los objetivos anteriores puede vincularse con varios modelos de trabajo "Crear un Curriculum Vitae" y "Enviar un artículo para su publicación."
- Esquema *de uno a uno*, en el que un objetivo de instrucción se vincula directamente en un único modelo de trabajo. (Este tipo de mapeo se produce cuando un requisito previo de habilidades debe un conocimiento previo diferenciado antes de que pueda ser incluido en una labor más de un modelo de trabajo conceptualmente más significativo) Por ejemplo, el objetivo "Uso de un programa de procesamiento de textos con eficacia" puede ser practicado en forma aislada de los otros modelos de trabajo enumerados anteriormente que se basan en este dominio: "Escribir una solicitud", etc. con un único objetivo.

Teoría del Dominio. La Teoría del Dominio, o la Teoría del Ámbito (Bunderson, Newby y Wiley, 2000) es una extensión del enfoque del modelo de trabajo de síntesis aplicado a la evaluación. Proporciona un método riguroso para la exploración y mapeo de un dominio de conocimientos, apoyándose en cuatro tipos matemáticamente sofisticados de invarianza para una visión estable del dominio a través del tiempo: Invarianza en el conjunto de individuos, invarianza en la tarea, invarianza en la unidad de medida, e invarianza de interpretación.

Si bien el Modelo de Trabajo de Síntesis orienta a que los usuarios individuales se integren en grupos en función de tareas que son iguales formalmente pero que tienen significación individual, se da poco apoyo formal (basado en los ordenadores y redes) en como esto se puede hacer. La superación

de esta dificultad del modelo de la teoría del Dominio, se produce, en el método de la teoría de Síntesis, con ayuda de los antiguos métodos del CAI-EAO (*computer-assisted instruction*) utilizando los recursos de la representación experta. Es decir implementa recursos para que los expertos en contenidos incorporen lo que pueden hacer con sus conocimientos, en lugar de representar en abstracto lo que saben.

La Teoría del Dominio toma, por último, de modelo el trabajo de síntesis la forma de elaborar las especificaciones de éste pero de forma especializada dentro del dominio. Por ejemplo, en el ámbito de la adquisición del lenguaje, las construcciones pueden ser categorizados en los grupos de escuchar, hablar, escribir, lectura, conocimiento y palabra (Strong-Krause, 2000). Estas agrupaciones pueden considerarse dimensiones dentro del dominio. Los dominios pueden tener diferentes números de dimensiones de especialización, así como los nombres de estas dimensiones pueden conservarse a través del cambio de dominio en dominio. Estas dimensiones son análogas a los factores en el procedimiento de análisis factorial de la Estadística.

Modelo de diseño instruccional de cuatro componentes de van Merriënboer,

o bien *Four-Component Instructional Design (4C/ID) model*. *Van Merriënboer's 4C/ID model of instructional design* (van Merriënboer, 1997; Paas y van Merriënboer, 1992; van Merriënboer y Dijkstra, 1996; van Merriënboer, Jelsma y Paas, 1992).

El modelo de diseño instruccional de cuatro componentes entraña una sofisticada forma de diseñar la formación que se apoya en el aprendizaje de habilidades cognitivas complejas, y en su organización en habilidades auxiliares o subalternas (subhabilidades).

Como su nombre indica, el modelo 4C/ID tiene cuatro fases. Estas son:

1. "Principio de descomposición de habilidades". En esta fase se rompe la estructura compleja de las habilidades con objeto de formar o entrenar en el desempeño de un conjunto de habilidades cognitivas más simples: Habilidades recurrentes (algoritmos) y habilidades no recurrentes (heurísticos).
2. En la segunda fase se lleva a cabo un análisis más detallado de estos dos conjuntos de habilidades, con objeto de revelar, poner de manifiesto, el tipo de conocimiento en que se apoyan.
3. Seleccionar métodos de instrucción para la práctica de habilidades constituyentes de la competencia principal que se desea conseguir, y diseñar y desplegar la información de apoyo (hay que destacar que el énfasis en esta fase se pone más en la práctica que en la presentación de información), y
4. Redactar una estrategia de capacitación (van Merriënboer, 1997)

Conclusión 1ª sobre secuencia: Este método nos aporta:

- a) el hecho de diferenciar procedimientos algorítmicos de procedimientos heurísticos a la hora de mapear elementos de elaboración en la secuencia elaborativa,
- b) hacerlos más abiertos (adaptativos). Sobre todos a aquellos, los algoritmos.

De esta forma en el caso en que se aplica en este trabajo —problema de la programación lineal— podría establecerse un parámetro generativo con la dimensión del problema (el de la PL en segundo de bachillerato con dos variables, el de resolución de sistemas de ecuaciones de primero con dos variables, el de rectas en el plano, a otros problemas de PL de otras dimensiones en estudios universitarios: tres o más variables, polítopos, hiperplanos,...). Sin embargo en lo demás no ofrece ventajas significativas respecto de la teoría de la Elaboración que justifiquen su complejidad.

La teoría 4C/ID de Van Merriënboer se basa en una cantidad significativa de investigaciones (por ejemplo, ver van Merriënboer, JJG, 1990a, 1990b; van Merriënboer y De Croock, 1992; van Merriënboer, Jelsma, y FCA 1992; van Merriënboer y Dijkstra 1996; FCA y van Merriënboer, 1992, 1994a, 1994b) y proporciona un apoyo muy específico en términos de estrategias instruccionales para la enseñanza de los dos tipos de habilidades. Habilidades recurrentes (algoritmos), recordemos que este tipo de procedimiento y la capacitación correspondiente, se realizan y se obtienen de la misma manera cada vez: se enseña el uso parcial (en un nivel inicial de recurrencia) de las tareas prácticas, de tal manera que el conocimiento en cualquier nivel implica una cláusula de recurrencia y un concepto de generalización, de tal forma que el mecanismo de recurrencia para y da vuelta atrás cuando llega a la cláusula inicial (van Merriënboer, 1997; van Merriënboer y Dijkstra, 1996). Por ejemplo, "la adición de números de tres dígitos" se lleva a cabo de la misma manera cada vez, solo que aumentando un nivel. Se trata de un algoritmo. Esta habilidad puede llegar a estar compuesto por dos sub-habilidades ", agregando números de un dígito" y "ejecución del procedimiento final". Así pues la tarea total se descompone en dos componentes que se pueden adquirir de forma aislada hasta lograr la automatización. El primero suma dígito a dígito con la tabla de sumar, y el segundo a partir del primero con arrastre. Cualquier información que el alumno necesita para realizar estas tareas serían fácilmente disponibles durante la práctica, cuando sea necesario.

Los heurísticos, habilidades o aptitudes que se aplican en la ejecución de tareas que se realizan en forma distinta en situaciones diferentes, se enseñan en la práctica y con su uso en una tarea concreta con el apoyo de los elementos de conocimiento (conceptos y procedimientos) necesarios, se presentan de forma que promuevan la elaboración y la comprensión (van Merriënboer, 1997; van Merriënboer y Dijkstra, 1996).

Por ejemplo, la programación informática en general, se clasifica como una habilidad heurística. El conocimiento para apoyo a esta habilidad, como el concepto del bucle, que se aplica en diferentes estructuras, los tipos de variables, etc, se enseñan antes de la enseñanza de la programación, en un proceso elaborativo, de modo que el alumno tendrá que disponer directamente (a partir de su propia memoria) de estos conceptos y habilidades previas durante la práctica de la habilidad principal. Toda la tarea de la práctica global implica que esta habilidad se enseña con un enfoque holístico, como el que se utiliza en el Modelo de Simplificación de Condiciones.

Conclusión 2ª: En realidad (Wiley, 2000) Van Merriënboer preferiría un método de elaboración como la teoría de Teoría de la Elaboración de Reigeluth (Reigeluth, 1999a) para tareas más complejas que requieran un nivel de

epitomización y dejar este método para tareas más heurísticas que escapan a la epitomización merced a una naturaleza más simple y generalizable.

Sin embargo una vez que descarta este método para conseguir una mayor generalidad merced a la categorización de casos, él apela, en la primera fase de su procedimiento, para la construcción de dos a cinco grupos de habilidades. Estos grupos representan en su conjunto las tareas, y comprenden **el más alto nivel de granularidad (alcance) en el modelo 4C/ID**. De ahí hacia abajo Van Merriënboer establece de forma anidada un grupo limitado de casos tipos, es la categoría de problemas y ejemplos que el alumno experimentará durante la instrucción, y representan la el nivel medio de la escala de granularidad (o alcance) en el modelo 4C/ID. Por último, dentro de cada tipo de caso hay varios problemas específicos. Estos son los ejemplos y problemas con los que interactúa el alumno durante la instrucción, y representan el nivel más bajo de granularidad en el modelo 4C/ID.

Conclusión 3ª: Realmente esto coincide con los **cuatro niveles de elaboración** que hemos **utilizado en el problema de Programación Lineal**, sin haber pasado por las cuatro fases del modelo 4C/ID. Al menos de forma explícita. Existe una gran similitud entre este modelo y la Teoría de la Elaboración de Reigeluth, pero con una considerable simplificación de ésta respecto de aquella.

Van Merriënboer también identifica tres niveles de la secuencia: nivel macro, meso-nivel, y micro-nivel. El modelo 4C/ID proporciona instrucciones detalladas sobre la secuenciación en cada uno de estos niveles. A nivel macro, los *skills clusters* están ordenados de acuerdo a una parte de la secuencia de tareas. Estas agrupaciones de habilidades (*clusters*) deben estar ordenadas de tal forma que las competencias en el primer grupo son "requisito previos" para el éxito en el segundo grupo, y así sucesivamente. En el nivel meso, los caso-tipo están ordenados de acuerdo a una tarea en toda la secuencia. Por último, a nivel micro, el modelo 4C/ID presenta opciones de secuenciación para problemas específicos basados la interpretación de Sweller (1988) de la Teoría Cognitiva de Carga (se refiere a la carga cognitiva de la tarea), en la cual los tipos de problema varían según la secuencia, en interacción con el tipo de alumno. Para tareas complicadas, donde la interacción alumno con ejemplos y problemas se espera que sea de alta carga cognitiva (por ejemplo, los problemas convencionales de rendimiento sin limitaciones), los caso-tipo están ordenados en de simple a complejo como forma de evitar la sobrecarga cognitiva. Sin embargo, con el fin de promover la transferencia de nuevas competencias a la solución de situaciones problemáticas, el modelo 4C/ID recomienda la búsqueda de tipos de problema de baja carga (por ejemplo, ejercicios de ejemplos, la conclusión tareas, problemas convencionales y no con las ejercicios de prueba de rendimiento) y variando secuencia de problemas al azar (van Merriënboer, 1997).

Al igual que con las tres primeras teorías, el modelo 4C/ID no ha sido creado para proporcionar apoyo explícito para establecer el alcance y la secuencia de objetos de aprendizaje. Sin embargo, su recomendaciones sobre alcance y secuencia pueden extrapolarse a apoyar el diseño instruccional basada en objetos de aprendizaje.

Los objetos de aprendizaje pueden ser de dos tamaños: Agrupaciones de objetos por habilidad (*skills clusters*), lo que van Merriënboer (1997) llama nivel macro,

y problemas específicos (nivel micro). Los *skills clusters* deben tener un alcance adecuado a fin de que una sola agrupación (*clusters*) no requiera más de 200 horas para aprender (van Merriënboer, 1997).

El primer tipo de cluster debe ser lo suficientemente pequeñas como para que los alumnos comiencen la práctica en un sistema simplificado, pero auténtico, versión de toda la tarea dentro de los primeros días. El último tipo de clusters debe ser lo suficientemente grande como para depender de todos los elementos constitutivos de habilidades identificadas en el análisis preliminar. Los problemas específicos sólo debe ser lo suficientemente amplios como para dar ejemplos o para realizar prácticas de una determinada habilidad.

Conclusión 4ª. Estas orientaciones de van Merriënboer (1997) son enormemente válidas para el trabajo de diseño instruccional tecnológico, en lo que se refiere a granularidad. Pero añaden poco a alcance estrictamente (como ámbito de actuación) y al trabajo que estamos haciendo, pero dejan un camino abierto para el análisis de cómo afectan las agrupaciones a la secuenciación)

Resumen sobre las orientaciones respecto a **agrupamientos en la secuencia:**

Los objetos de aprendizaje deben ser secuenciados en función de su nivel y tipo, con el fin de promover la transferencia cuando sea factible. Los *clusters* (agrupaciones de habilidades) de nivel macro deben ser secuenciados anexados a una tarea y de forma progresiva en función de la carga cognitiva, en el sentido de que los conocimientos se enseñan cada vez uno, y poco a poco juntos. En el caso de objetos de Meso-nivel deben ser secuenciados en función de una tarea común a todas las habilidades que se enseñan al mismo tiempo. En el caso de nivel micro, los problemas específicos pueden ser secuenciados en conjunto, en orden de fácil a complejo o, cuando sea factible, en una secuencia aleatoria con el fin de promover la transferencia.

5.4 Métodos de SAM

En este apartado SAM describe un proceso completo para transformar una parte indiferenciada de dominio de contenidos en especificaciones para (1) el alcance y el diseño de objetos de aprendizaje, y (2) la secuencia o combinación de objetos de aprendizaje. Los métodos se dividen en seis categorías, actividades preliminares, análisis y síntesis de contenido, la práctica y la presentación de información de diseño, selección de objetos de aprendizaje o el diseño, la secuencia de objetos de aprendizaje, y de vuelta en bucle para la mejora de la calidad. Junto con estos métodos, en paralelo, se describe lo que es el otro objetivo de la tesis: una aplicación conceptual de SAM, en resumen los métodos se demuestran y se aplican en el contexto de un curso de pregrado a un caso. Hemos tomado la secuenciación y la elaboración de especificaciones para la secuenciación mecanizada de una parte de contenidos del Problema de Programación Lineal de Matemáticas de Segundo curso de Bachillerato aplicadas a las Ciencias Sociales y Humanidades (impartidas por el autor de la tesis), al igual que hace Wiley (2000) para el caso de la teoría Musical del profesor Cheryl Richardson.

5.4.1 Actividades preliminares

Determinar la idoneidad

Antes de emplear a LODAS, los instructores o los diseñadores deben comparar los objetivos, valores, y las condiciones anteriormente mencionadas con sus propios valores y entornos. Como se indicó anteriormente, los métodos identificados en SAM no siempre serán los mejores métodos de instrucción pero suponen un avance considerable en la metodología de secuenciación de contenidos instruccional —que habitualmente solo se basa en métodos explícitos de criterio exclusivamente disciplinar— y en el suministro de especificaciones para la secuenciación automatizada.

La decisión de comprometerse, ya sea con el enfoque o tomar algún otro enfoque debe hacerse antes de pasar más en el proceso. En este punto es donde se deben hacer y hacemos la definición de patrones para establecer especificaciones de secuenciación en consonancia con los objetivos.

Es igualmente donde se debe hacer la discusión de la aplicación de técnicas de elaboración de patrones descriptivos de metadatos a procedimientos de técnicas de secuenciación: En nuestro caso basados en la Teoría de Análisis de Contenidos, en la Teoría de Análisis de la Tarea, en la Teoría de la Elaboración y procedentes de aportaciones más recientes (LODAS), o de desarrollos posteriores de las teorías de síntesis, teoría del dominio y teoría de las cuatro componentes, por las zaones aportadas en el apartado anterior. Todo ello constituye la elección del modelo.

Con ello se da respuesta y cumplimiento al objetivo principal de la tesis: Revisión y criterios de decisión para la elaboración de un método propio: Modelo simplificado y adaptativo de organización y secuenciación de objetos de Aprendizaje (Objetivo O4). Y se da respuesta a lo expuesto sobre que “Los profesores no adoptan modelos explícitos y elaborados de secuenciar porque son complejos y poco atractivos” (Ver 2.7. *Desarrollos existentes sobre secuenciación e implicaciones en especificaciones pedagógicas y metadatos. Y 2.7.1 Sentido y alcance de los modelos existentes*).

Desde el campo del diseño instruccional tecnológico (despliega y organización de objetos de aprendizaje basados en la tecnología) se constata (Wiley, 2000) el peligro de una situación de proliferación de objetos de aprendizaje, o de en general material tecnológico de potencial o eventual uso instruccional, sin una base teórica o carente de principios de organización o de estructuración lógica formal. Por tanto desde este sector se detecta la necesidad de una teoría del diseño instruccional clásico que de apoyo a la teoría y a la práctica del diseño instruccional tecnológico. Y que dé sentido al uso y a la organización de los LO desde el mundo de la psicología del aprendizaje. Esta necesidad es pues clara y sentida.

Entre otras la conclusión a que llegaremos es que el nivel de diferenciación y de complejidad es innecesario y redundante, que hace difícil y poco atractivo ese trabajo por los docentes (...). Dando como alternativa, en este trabajo, un método simplificado basado en la teoría

clásica de la elaboración de Reigeluth que aplicamos en la parte nuclear de la tesis.

También representa un esfuerzo como respuesta a lo expuesto por Wiley (2006 y 2001) en “RIP-ping on Learning Objects” y “The Instructional Use of Learning Objects” y por el autor (Zapata, 2006) en “¿Han muerto los objetos de aprendizaje?”, que comentamos a continuación.

Wiley (2006) dice que se trata, un gran esfuerzo que sin embargo no se ve compensado por un desarrollo siquiera parecido en aplicaciones educativas y en recursos cumpliendo los requisitos y estándares que se suponen necesarios para su reutilización. Y mucho menos se ve compensado por el uso práctico en los centros educativos, en la escuela, la universidad o los centros de formación empresarial. Alega varias razones:

Primera. *La reutilización no era un tema tan sencillo : «Durante mucho tiempo [...] he estado diciendo que el ensamblaje de recursos tipo LEGO simplemente no funciona desde un punto de vista educativo.»*

Este hecho queda constatado y se puede atribuir a distintas causas. Entre ellas se ha señalado que el pensamiento tecnológico no científico suelen sustituir las las metáforas y otras figuras y evocaciones por las argumentaciones y deducciones lógicas. Llevados por la “potencia didáctica” de la figura se abandona la idea central y se sigue por cuestión superficial de la comparación, de LEGO, atribuyendo a los objetos de aprendizaje primero carácter de objeto y luego los atributos de ese objeto. Sin pensar que en los procesos de representación y creación del conocimiento intervienen mecanismos mucho más complejos que en los de un juego.

Por tanto hay que investigar métodos más rigurosos y más fundados desde las teorías clásicas del aprendizaje.

Segunda. Señala también que la clave de la reutilización y por ende del supuesto fracaso es la adaptación de los contenidos. Pone como ejemplo el de los libros de texto. Nadie admitiría tan siquiera que pudieran presentarse a los estudiantes para ser utilizados -o «secuenciarse»- sin ninguna contextualización o sin el apoyo de los docentes: «Como a menudo me gusta decir, “las bibliotecas nunca habrían evolucionado en universidades” si la educación dependiese solamente de recursos preexistentes de gran calidad.»

Por tanto el éxito de los objetos no está tanto en ellos como en el diseño del uso que se hace.

Lo significativo de los procesos instruccionales, los que proporcionan aprendizajes, son esencialmente las actividades. Es el concepto clave y el elemento realmente importante y del que se debería hablar como alternativa a los contenidos en la organización de los procesos. Pero las actividades no lo son todo. Es el diseño educativo en su conjunto, qué se utiliza, cuando, cómo y con qué sentido, entendido además en el sentido tradicional que se le ha dado en los medios educativos: Es decir se trata de un conjunto de elementos, y no se singularidades, de un todo que contemple la guía didáctica de uso, las actividades, los aprendizajes y objetivos de aprendizaje (en términos de conceptos, competencias, habilidades, destrezas, actitudes,... que se pretenden alcanzar, o que se pueden conseguir, situados en un contexto concreto, con conocimientos y requisitos previos), sistema de evaluación, etc. Esto en lo que respecta a recursos considerados como materiales docentes, o para el uso

interno de los docentes. Y que contemple las actividades, la acción o el apoyo tutorial, el material autoinstructivo, etc. en lo concerniente a materiales para el alumno.

En este contexto cobra gran importancia la secuenciación cuya finalidad es establecer una ordenación de los contenidos de enseñanza que asegure el enlace entre los objetivos educativos y las actividades de aprendizaje de los alumnos, de tal manera que la organización de la actividad desarrollada dé garantías suficientes para la consecución de las intenciones formativas.

Tercera. Atribuye el problema no tanto en la indefinición del concepto mismo de «objeto de aprendizaje», que indudablemente existe, como en la deriva tecnológica del propio concepto y sus implicaciones: *«Puesto que los sistemas de creación, gestión y distribución de objetos de aprendizaje eran sistemas de software, la mayoría de las personas que hacían el trabajo efectivo en implementación de objetos de aprendizaje eran ingenieros de software [...] “Reutilización” fue casi unánimemente interpretado por este grupo como “interoperabilidad técnica”, sin pensar para nada en las dimensiones pedagógicas, semióticas u otras dimensiones contextuales del término.»*(...). Este es pues otro inconveniente para el uso docente que se pretende superar. A partir del diseño instruccional clásico.

Cuarta. Por último Wiley mantiene que, si el interés de los objetos de aprendizaje era, y sigue siendo, primariamente conseguir aprendizajes de calidad y favorecer la acción docente, bastaría con asegurar la compatibilidad de los contenidos (es decir de las informaciones y los datos) por vía de los navegadores web, y poner el énfasis en la adaptabilidad. Lo demás poco importa: ni los aspectos técnicos (content packaging, SCORM, APIs, etc.), ni el nombre que les demos a esos recursos compartidos.

Esta última apreciación nos parece acertada en su formulación de fondo, el interés por conseguir aprendizajes de calidad, pero errónea en su conclusión: Habría que conseguir un correcto enlace entre la forma de compatibilizar los recursos y las intenciones pedagógicas.

Naturalmente nuestro propósito no llega a tanto, pero en esta línea se trata de facilitar esta línea desde la perspectiva de las especificaciones de secuenciación incluidas en los códigos de los objetos de aprendizaje.

5.4.2 Sintetizar y analizar contenidos

Descripción general

En esta parte se ven las “funciones de método” para transformar un conjunto indiferenciado contenidos de dominio en cuestión en especificaciones de alcance de contenidos y la secuencia de objetos de aprendizaje.

Cuando se llegue al nivel de granularidad (alcance) adecuado se pueden empezar a aplicar los principios de descomposición de competencias (van Merriënboer, 1997). En esos pasos, si es preciso, las habilidades cognitivas complejas se desglosan en subhabilidades simples, según el de principio de

descomposición de competencias, o según el análisis de tareas (Merrill, 1976) (Reigeluth, 1983, 1980), o según otro procedimiento que se utilice para romper el complejo de las competencias en sus componentes. Corresponde al diseñador decidir cuando las componentes de contenidos a un nivel lo suficientemente bajo para aplicar el análisis de competencias.

Mientras tanto corresponde al docente o al diseñador instruccional aplicar:

1. Un análisis de componentes de dominio (sin llegar todavía a una descomposición de contenidos o de tareas). En esa parte los docentes se sienten cómodos y seguros y esta forma de proceder no afecta a análisis ulteriores.
2. Aplicar y decidir si se aplica el Análisis de Contenidos, el Análisis de Tareas o en el caso más frecuente la Teoría Clásica de la elaboración. Y aquí acabará en la mayor parte de los casos el análisis previo a la secuencia.
3. Cuando en los casos concretos concurren habilidades complejas se aplicarán los métodos de dominio o de síntesis o de los cuatro componentes, para reagrupar las habilidades en racimos de habilidades que permitan ajustar los objetos de aprendizaje específicos que lo demanden el ajuste más fino a los skills cluster que convengan y transferir el análisis al diseño de actividades con especificaciones más concretas.

Aplicación al caso concreto

En nuestro caso del problema de Programación Lineal, en el primer paso el de componentes de dominio, se procede como se señala en la figura 5.4.1:

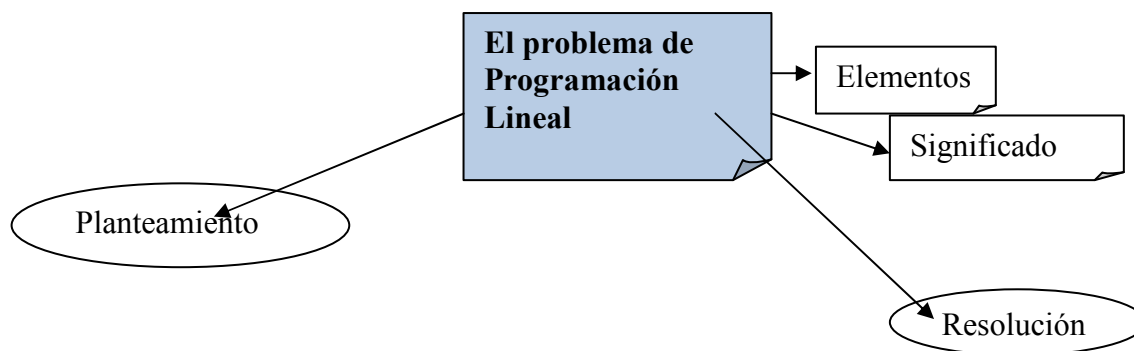


Figura 5.9. Análisis de componentes para un ejemplo (i)

En este caso solo el elemento “significado” o la competencia de “percibir el significado del Problema de Programación Lineal” es una competencia compleja en sentido estricto y que merece un análisis del tipo van Merriënboer, y que por tanto también merece ser analizada de forma más detenida y por separado.

Cualquier otro elemento, por ejemplo “resolución” debe ser abordada bajo el análisis de la teoría de la Elaboración y analizada en sucesivos procesos de descomposición en subelementos elaborativos. Por ejemplo en un nivel de elaboración más bajo quedaría:

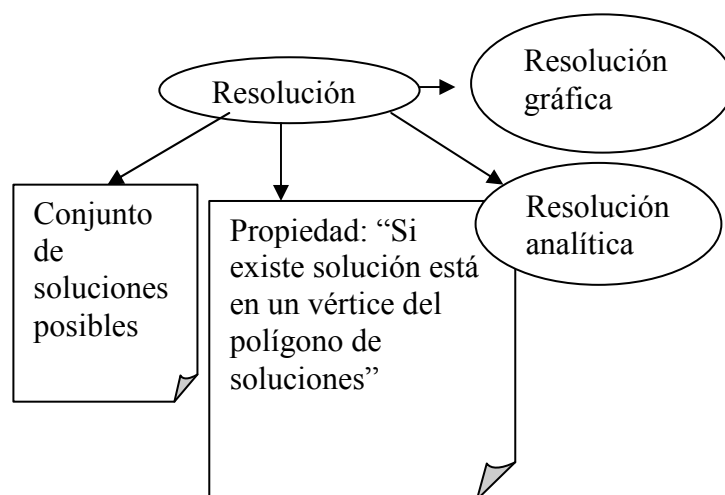


Figura 5.10. Análisis de componentes para un ejemplo (ii)

Hechas estas precisiones continuaremos en este apartado ubicando en su contexto curricular el caso del que nos ocupamos.

Aplicamos la técnica de secuenciación derivada de la Teoría de la Elaboración en su versión inicial, la más simple, como parte de SAM, y después el modelo completo al Problema de Programación Lineal (P.L.).

Este bloque de contenidos se integra en el diseño curricular del Bachillerato de Ciencias Sociales y Humanidades, en la asignatura de Matemáticas aplicadas a CC.SS. y H. Y se considera constituido, según la programaciones de aula, por una o dos unidades didácticas del segundo curso de bachillerato. Las especificaciones didácticas para este nivel hacen referencia al problema de P.L. limitado a dos variables, y al uso, sin demostración, de la propiedad “Si existe solución del problema está en un vértice del polígono de soluciones”.

Los contenidos necesarios se abordan de forma espiral (cada vez más amplia y recurrente) en Secundaria y 1º de Bach. de CC.SS. y H.: Inecuaciones y sistemas de inecuaciones, funciones lineales, representación y parámetros, y la recta en el plano.

Por otro lado los contenidos Programación Lineal forma parte de la totalidad de los estudios universitarios donde aparece la asignatura de Matemáticas Aplicadas y Métodos Cuantitativos en las carreras de Ciencias Sociales, Jurídicas y Humanidades, y en los estudios donde aparece la asignatura de Matemáticas Aplicadas, Discretas, etc. o en la del mismo nombre (Programación Lineal) u otros (Optimización, etc) en los estudios Técnicos y de Ciencias Experimentales y Naturales. Por tanto se trata de un contenido común a, prácticamente, todos los estudios universitarios. Si introducimos en el buscador de cualquier universidad la especificación “Programación Lineal” aparecerán planes y programas de estudios de casi todas las carreras.

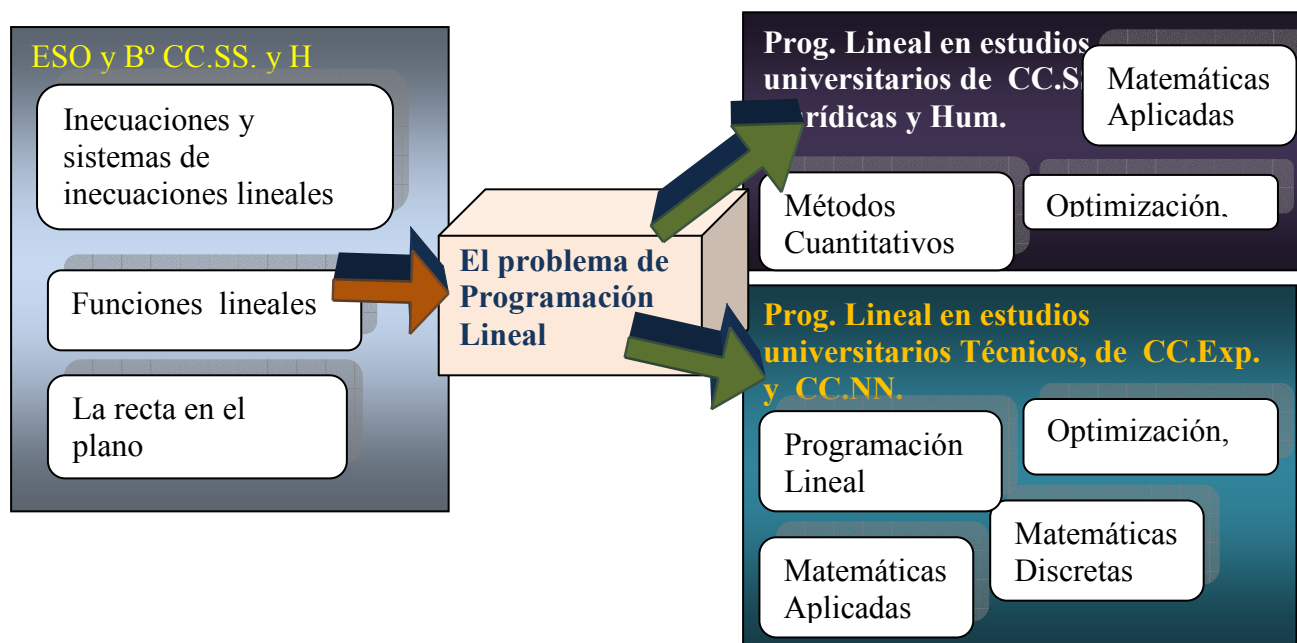


Figura 5.11. Ubicación en el contexto curricular del ejemplo

5.4.3 Práctica de Diseño y presentación de Información

Descripción general

Como hemos señalado en 5.3.2 el primer paso del procedimiento de SAM consiste en determinar los elementos que componen el caso y las relaciones que hay entre ellos estableciendo el “Esquemas de relaciones”.

Si bien los métodos de las cuatro teorías funcionan en conjunto, lo hacen para establecer los problemas específicos de determinación de a qué elementos se aplican métodos de descomposición de habilidades complejas y a cuales se aplica solo la Teoría de la Elaboración, así como la determinación de relaciones de distintos niveles de elaboración previos a determinar la secuencia y las especificaciones como metadatos de los objetos de aprendizaje (la instrucción que se instancia en objetos de aprendizaje, basado en el alcance y la secuencia de la información resultante de los anteriores grupos de métodos).

Aplicación al caso concreto.-

A continuación procedemos haciendo un mapeo en las siguientes fases:

1. Volcamos todas las operaciones y conceptos implicados en el caso (el problema de programación Lineal), distinguiendo entre
 - Procedimiento.
 - Contenido conceptual
 - Contenido con elementos conceptuales y procedimentales
2. Establecemos las relaciones en el mapa, distinguiendo:
 - Subtarea, subconcepto o elemento de un subnivel de elaboración.
 - Conceptos, tareas o elementos de elaboración análogos o idénticos pero en distinto contexto conceptual

De esta forma obtenemos el mapa de la figura 5.3.8 que constituye la

I Fase.- Elementos del problema y relaciones entre subtareas, subconceptos o entre elementos de distintos niveles de elaboración.

A partir del mapa confeccionamos, en una segunda fase, la secuencia elaborativa. Que en el ejemplo práctico es el contenido de la tabla siguiente (Tabla 5.4.1)

Tabla 5.3. II Fase.- Confección de la secuencia elaborativa.

Organizador previo	Primer nivel de elaboración	Segundo nivel de elaboración	Tercer nivel de elaboración	Cuarto nivel de elaboración
El problema de Programación Lineal	Planteamiento	Función de beneficios	Planteamiento: Técnicas de resolución de problemas.	Identificar en el enunciado unidades como variables, costes por unidad como coeficientes, y enunciar la función de beneficio como función lineal de dos variables
			Funciones lineales	Parámetros de las funciones lineales, pendiente.
				Identificar la recta de nivel con la función beneficio.
				Rectas en el plano
		Conjunto de restricciones	Inecuaciones lineales de dos incógnitas.	Rectas de nivel sentido de la traslación paralela.
				Sentido, interpretación. Las soluciones gráficas del sistema como soluciones posibles del problema de programación lineal
	Resolución	Conjunto de soluciones	Polígono de soluciones	Obtener el polígono de soluciones e identificarlo con el conjunto de soluciones.

		Propiedad: “Si existe solución está en un vértice del polígono de soluciones”	Significado geométrico	Discutir en cada caso qué sucede según distintos tipos de polígonos: Acotados, no acotados, etc. Interpretar cómo se puede deslizar la recta de nivel sobre el polígono. Caso de infinitas soluciones, o de varias soluciones enteras
		Resolución gráfica	Propiedades geometría analítica plana: Traslaciones y parámetros de rectas.	Propiedades de las traslaciones paralelas de rectas: sentido de pendiente y ordenada en el origen.
			Trasladar en cada caso la recta de nivel por el polígono de soluciones.	Obtener de forma justificada la solución óptima.
			Sentido de la solución	Relacionar las propiedades del polígono con las características de la recta de nivel.
			Comprobación	Verificar que el beneficio o la pérdida es óptimo.
			Discusión	Ver qué sucedería si las condiciones iniciales variasen
		Resolución analítica	Sentido de función y variable en funciones de dos variables	Tantear con valores significativos de x e y en la función de ganancias hacer un esbozo de la función en una gráfica tridimensional.

			Aplicación de la propiedad : “Si existe solución está en un vértice del polígono de soluciones”. Y ver en cual el valor de la función de ganancia es óptimo.	Comprobar la ganancia en los vértices y ver cuál de los valores es óptimo.
			Sentido de la solución	Explicación de la solución en el contexto de los datos reales y de la situación que plantea el problema.
			Comprobación	Verificar que el beneficio o la pérdida es óptimo.
			Discusión	Ver y analizar qué sucedería si las condiciones iniciales variasen
	Significado	El sentido de los problemas de optimización. Explicación de su aplicabilidad a la solución de problemas reales	El sentido de los problemas de optimización. Aplicación a problemas reales y énfasis en la utilidad de los métodos que este problema aporta a las ciencias y a la práctica de las ciencias.	El sentido de los problemas de optimización. Aplicación a problemas reales y énfasis en la utilidad de los métodos que este problema aporta a las ciencias y a la práctica de las ciencias.
	Elementos	Optimización	Situar la optimización como una característica para el reconocimiento del problema de programación lineal.	Reconocer y trasladar una situación de optimización a una función lineal de varias (dos) variables.

		Restricciones	Situar la existencia de determinadas restricciones como una característica para el reconocimiento del problema de programación lineal.	Reconocer y trasladar una situación de restricciones a un sistema de inecuaciones lineales de varias (dos) variables.
<div>Funciones lineales</div> Materia correspondiente a niveles anteriores <p>Cada cambio de nivel de elaboración lleva aparejado un proceso de síntesis inverso, de ampliación del nivel anterior.</p>				

Conclusiones para la práctica en consecuencia con lo visto en las teorías y en la formulación de SAM.-

1. La secuencia elaborativa es un esquema complejo de enunciados donde van implícitos contenidos conceptuales y procedimentales a desarrollar en la unidad didáctica y en su correspondiente guía.
2. Cada salto en un nivel de elaboración lleva aparejado una síntesis si es hacia un nivel previo más general, y un esquema si es hacia un nivel más amplio de elaboración (análisis descendente).
3. La secuencia desarrollada con especificaciones de objetivos, actividades, criterios y herramientas de evaluación y enlaces a objetos de los otros tres tipos da lugar al “objeto guía didáctica”.
4. Cada enlace a un objeto lleva aparejadas al menos dos variables de metadata: Uno con el origen en la secuencia elaborativa de llamada, hacia donde debe devolver el control de la ejecución tras la actividad (de forma semejante a como se hace en los *path* y en las URLs, y en el estándar de CETL) y otro con la especificación de si se trata de un conocimiento previo, correspondiente a niveles anteriores o transversales, y la referencia del nivel.

5.4.4 Selección y/o diseño de Objetos de Aprendizaje

Descripción general

Una vez que tenemos la secuencia elaborativa y el objeto Guía didáctica procede seleccionar los objetos que existan y que sean los adecuados para las actividades y objetivos propuestos, o en su caso elaborarlos. En esta fase es fundamental la ayuda de las variables de metadata sobre nivel de desarrollo.

Aplicación a un caso concreto

Podemos contar con un objeto de aprendizaje, realmente un recurso, para la resolución gráfica del Problema de Programación Lineal. Que no obstante en su contexto está planteado como una unidad didáctica propia en Proyecto Descartes

http://descartes.cnice.mec.es/materiales_didacticos/Programacion_lineal/index.htm

Se trata como vemos de un recurso que se corresponde con los puntos coloreados en la siguiente Tabla y puede ser invocado desde los puntos correspondientes del objeto “guía didáctica”.

Resolución	Conjunto de soluciones	Polígono de soluciones	Obtener el polígono de soluciones e identificarlo con el conjunto de soluciones.
	Propiedad: “Si existe solución está en el vértice del polígono de soluciones”	Significado geométrico	
	Resolución gráfica	Propiedades geometría analítica plana: Traslaciones y parámetros de rectas.	
		Sentido de la solución	
	Resolución analítica	Sentido de función y variable en funciones de dos variables	

Tabla 5.4. Ejemplo de selección de objeto de aprendizaje

Otro objeto de aprendizaje aplicable a nuestro caso puede encontrarse en:
<http://w3.cnice.mec.es/eos/MaterialesEducativos/mem2003/programacion/index.html>

Podemos integrar “El Problema de Programación Lineal” en un contexto (secuencia) más amplio —programación de 2º de Bachillerato de CC.HH, matemáticas de Bachillerato.— o integrar un objeto como la “unidad Descartes”, en realidad la resolución gráfica, en esta secuencia:

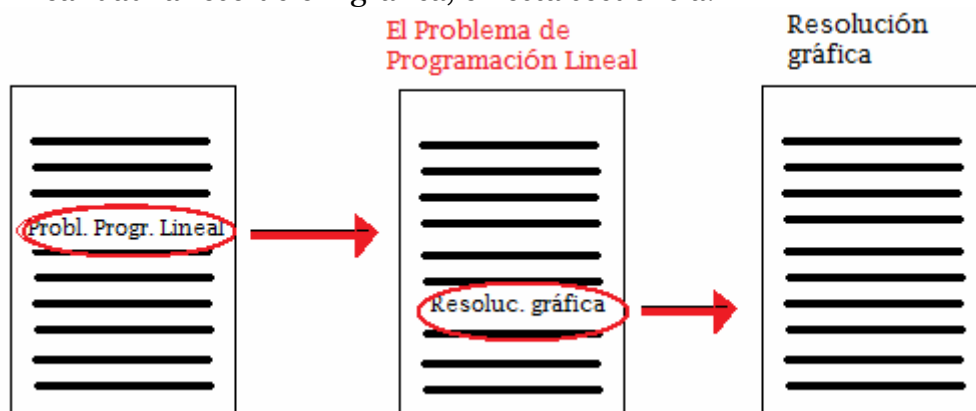


Figura 5.12. Ejemplo de integración de objeto de aprendizaje en la secuenciación

5.4.5 Especificaciones para la secuenciación de Objetos de Aprendizaje

Descripción general

El criterio general es que los metadata didácticos (especificaciones) que se incorporen a los objetos deben de servir para ser enlazados desde la guía didáctica que es donde se plasma la secuencia.

Aplicación a un caso concreto

Las conclusiones vista en los capítulos anteriores se utilizan pues para

1. Acompañar a los paquetes IMS (o SCORM), que constituyen parte sustancial de la tesis (el problema de Programación lineal, p.ej.), de los metadata generados a partir de la información obtenida (secuencias) a partir de la aplicación de la Teoría de la Elaboración.
2. Para orientar futuras o actuales investigaciones o desarrollos en este sentido. Sería de destacar o de agradecer que esta tesis fuese acompañada de alguna innovación de este tipo.

Esta información debe ser:

- **significativa** para la búsqueda en bases de datos de LO (repositorios). Búsqueda automatizada y desencadenada a partir de la propia secuencia, o metadato asociado, o manual con una especificación de búsqueda.
- **variable o parametrizada** para que puedan incluirse los LO como GLO. Me refiero que pueda ser completada con nivel de dificultad o de estudios.

En una primera versión propuesta exclusivamente para ensayar, como campos de metainformación que acompaña al objeto vamos a incluir los campos siguientes con el contenido que se enuncia para el objeto del proyecto descartes que podemos encontrar en la URL:

<http://w3.cnice.mec.es/eos/MaterialesEducativos/mem2003/programacion/index.html>

Para cada información se proporciona el elemento en el que habría que ubicarla dentro de lo especificado por el estándar IEEE LOM.

Información	Ejemplo	Elemento IEEE LOM
URL	http://w3.cnice.mec.es/eos/MaterialesEducativos/mem2003/programacion/index.html	1.1. Identifier
Denominación	Programación Lineal	1.2. Title
Autor	Isabel Martín Rojo	2.3. Contribute
Tipo de objeto	Combinación acoplada generativa	5.2. Learning Resource Type (vocabulario extendido)
Competencias generales necesarias	Conocer y manejar Técnicas de Resolución de Problemas. Percepción de propiedades algebraicas del plano relacionadas con resolución gráfica de ecuaciones e inecuaciones, concepto gráfico de solución y de conjunto de soluciones de ecuaciones e inecuaciones de dos incógnitas.	9. Classification (con purpose="prerrequisite")
Conceptos previos	Funciones lineales Pendiente Ordenada en el origen Solución y conjunto de soluciones de ecuaciones e inecuaciones con dos incógnitas. Polígono en el plano cartesiano.	9. Classification (con purpose="prerrequisite")
Habilidades necesarias	Resolver ecuaciones, inecuaciones y sistemas lineales con dos incógnitas	9. Classification (con purpose="prerrequisite")
Epítome de secuencias donde se puede integrar	Problema general de Programación Lineal Algoritmo Simplex	9. Classification (con purpose="educational objective")

Tabla 5.5. Descripción de metadatos básicos para un ejemplo.

Es importante resaltar que la taxonomía propuesta requerirá de un vocabulario extendido para el elemento *Learning Resource Type*.

La especificación IMS Learning Design (IMS LD) permite definir de manera flexible secuencias de actividades, roles y recursos en diseños concretos.

La teoría propuesta en esta tesis doctoral puede traducirse a secuencias IMS LD de manera que la secuenciación producida se traslade a estructuras de *act*, *play*

y estructuras de secuencias IMS LD. La adaptatividad podría expresarse de acuerdo a reglas relacionando roles con elementos de secuencia, si bien no en todos los casos, ya que no siempre es posible pre-determinar a priori roles para las posibles condiciones diferentes de los estudiantes.

La generatividad es un elemento específico de determinados LO. IMS LD contempla el uso de parámetros de ejecución en el elemento 0.1.3.1.4

Parameters. Este elemento puede utilizarse para implementar la generatividad requerida. En resumen, los elementos del modelo SAM pueden traducirse a una combinación de IMS LD (en su caso, con reglas para implementar la adaptatividad) con LO anotados y parametrizados. Esto garantiza la realizabilidad práctica del método.

5.4.6 Resumen

El Modelo Simplificado y Adaptativo de Diseño de Objetos de Aprendizaje y Secuenciación (*Simplified and Adaptive Model for the Design of Learning and Sequencing Objects*) — SAM— es una combinación y una síntesis de varios métodos, de las teorías existentes —básicamente de la teoría de la Elaboración— a los que se han hecho algunas aportaciones con una nueva taxonomía de objetos y con dos criterios básicos: Simplificación y adaptatividad.

Sintetizadas, estas estrategias incluyen el diseño de un nuevo modelo utilizable en el diseño instruccional que se inicia abordando un dominio de contenidos y termina con las especificaciones de secuenciación (estrategias de instrucción al fin y al cabo) vinculadas a objetos de aprendizaje, que a su vez se ordenan de acuerdo a la investigación sobre la transferencia de competencias desde el entorno de aprendizaje al entorno de la práctica docente.

Capítulo 6. Resultados de la evaluación formativa

El prototipo SAM se concluyó con los primeros borradores de este estudio que fueron estudiados por expertos en los campos de la instrucción y el diseño de objetos de aprendizaje como una primera fase en la investigación formativa.

Con ello se procedió a utilizar el mismo procedimiento seguido por David Wiley (2000, cap.4 punto 11), que a su vez justifica en las argumentaciones ofrecidas por Nelson (1998) para avalar la validez de modelos teóricos (planteada a su vez como crítica a la Metodología de Cascada de Royce y Boehm (Royce, 1970; Boehm, 1981), para la evaluación del diseño de software):

Sin embargo, la debilidad común de estos métodos es su tendencia a la linealidad. Es casi imposible que una obra tan amplia y compleja como una teoría de diseño instruccional se haya completado con éxito en un solo intento. El método de Nelson tiene en cuenta mediante la inclusión de los pasos "Investigar Formativamente el Prototipo de Teoría" y "Finalizar los objetivos, métodos, y condiciones" la realización de aproximaciones progresivas, pero de tal forma que éstas impliquen una sola pasada, es decir que impliquen un proceso repetido, a través de una mejora en bucle. En consecuencia, el paso, que Nelson sitúa en lugar 12, de "Finalizar los objetivos, métodos, y condiciones," se ha cambiado a "Revisar los objetivos, métodos, y condiciones". Este cambio crea un bucle de mejora interna que se alimenta de nuevo a fines de examen inicial, los objetivos, condiciones, métodos y valores tantas veces como sea necesario. Esta mejora está impulsada por el bucle, principalmente por el refinamiento de datos conceptuales, propiciada a su vez por la revisión de expertos, así como por la recogida de datos empíricos que se inscribe en el ámbito de la teoría de prueba frente a la teoría de consolidación.²⁴

En el capítulo 1.5 ya justificamos siguiendo los criterios de Reigeluth y Frick (1999, pág 181 a 201 de la edición en castellano), a partir de la distinción entre teorías descriptivas y teorías de diseño instruccional, que la metodología de investigación formativa genera un tipo de conocimiento más útil para los elaboradores de este tipo de teorías que las metodologías tradicionales de investigación.

²⁴ However, the common weakness of the Waterfall and Nelson methods is their tendency toward linearity. It is nearly impossible for a work as comprehensive and complex as an instructional design theory to be completed successfully in a single attempt. Nelson's method takes this into account by including "Formatively Research the Prototype Theory" and "Finalize the Goals, Methods, and Conditions" steps, but these imply a single pass through an improvement loop. Accordingly, Nelson's step 12, "Finalize the Goals, Methods, and Conditions," has been changed to "Revisit the Goals, Methods, and Conditions." This change creates an internal improvement loop that feeds back to review initial purposes, goals, conditions, methods, and values as many times as necessary. This improvement loop is driven by primarily conceptual data, such as expert review, as empirical data gathering falls under the purview of theory-testing as opposed to theory-building.

Con estas premisas Wiley (2000) utiliza la metodología de investigación formativa para evaluar y afinar LODAS. Y la somete a sendos expertos, distinguiendo entre expertos en diseño instruccional y expertos en gestión de recursos instruccionales. Elige a Reigeluth como experto en diseño instruccional y Brandon Muramatsu²⁵ como gestor de un centro de documentación y de recursos formativos, para que igualmente emitiese un informe sobre aplicabilidad como investigación formativa.

Tomando pues como referencia el método adoptado por Wiley en su tesis (Wiley, 2000) y siguiendo la metodología de “Formative research” formulada y descrita por Charles M. Reigeluth (Reigeluth, C. M. y Frick, T. W. , 1999) y Theodore W. Frick (Reigeluth, C. M. y Frick, T. W. , 1999), (Frick, T. W. , 1983, 1990). Sobre trabajos anteriores de Investigación formativa, llamada también prueba de dominio o prueba de uso (Bloom, Hastings y Madaus, 1971; Cronbach, 1963; Scriven, 1967; Thiagarajan, Semmel y Semmel, 1974), y sobre trabajos en otras áreas expuestos por Reigeluth planteamos pues la siguiente investigación formativa.

A continuación se proporcionan los currículos breves de los expertos escogidos, y se proporciona la síntesis de los resultados de dicha evaluación (véanse los anexos a este documento). Es importante resaltar que algunas de las recomendaciones de los expertos ya se encuentran incluidas en el modelo SAM descrito anteriormente, y otras se han incluido entre las líneas de trabajo futuro que se describen más adelante.

6.1. Selección de expertos

Se consideraron dos tipos de expertos para solicitar su informe, tomando dos puntos de vista: el interés teórico del modelo y su utilidad práctica en la gestión de recursos y objetos de aprendizaje, respectivamente. Se escogieron en consecuencia a expertos en diseño instruccional y en teoría educativa por un lado, y expertos en gestión de recursos y de servicios de formación en red, por otro. A continuación se reseña su experiencia y su relevancia para la evaluación formativa.

6.1.1 Expertos en diseño instruccional y en teoría educativa

Charles M. Reigeluth

Actualmente se le considera máxima autoridad mundial sobre diseño de

²⁵ Brandon Muramatsu es Director de Proyectos, en las bibliotecas digitales de la Universidad de California en Berkeley, del National Engineering Education Delivery System (NEEDS) y del Science, Mathematics, Engineering, and Technology Education (SMETE) . Los proyectos NEEDS y SMETE son las mayores NSF constituidas como bibliotecas digitales de objetos de aprendizaje en el país. El Sr. Muramatsu también participa activamente en muchas de las iniciativas sobre objetos de aprendizaje, tales como el IEEE Learning Technology Standards Committee y el IMS Project.

instrucción, teorías y modelos, teorías, métodos y modelos de secuenciación de contenidos, autor de las distintas versiones de la Teoría de la Elaboración, y autor con máxima producción y más reconocido sobre teorías y modelos instruccionales, y en adición sobre investigación formativa.

Es profesor en el Departamento de Tecnología de Sistemas de Instrucción en la Universidad de Indiana desde 1988, y fue presidente del departamento de 1990-1992. Ha sido consultor para el cambio de sistema estatal y las agencias de educación locales, y como consultor de diseño instruccional para la empresa, la salud, públicas y las instituciones de educación superior.

Entre los temas preferentes de Reigeluth están el rediseño de los sistemas educativos de alta calidad y diseño de recursos de aprendizaje. Ha publicado ocho libros, 38 capítulos, y alrededor de 78 artículos sobre estos temas, y ha producido varios programas de software educativo. Ha desarrollado la visión de un nuevo sistema educativo para satisfacer mejor las necesidades de los alumnos en la sociedad de la información del siglo 21, y ha desarrollado y perfeccionado las directrices para el proceso de cambio educativo con objeto de ayudar a las partes interesadas a que logren las modificaciones más adecuadas para cada comunidad.

Elena Barberá

Es Doctora en Psicología, y en la actualidad trabaja como profesora de los Estudios de Psicología y Educación en la *Universitat Oberta de Catalunya* en Barcelona y como profesora adjunta en la *Nova Southeastern University* de Florida (EEUU).

Su actividad de investigación está especializada en el ámbito de la psicología de la educación, concretamente, con relación a procesos de construcción del conocimiento e interacción educativa en entornos e-learning, la evaluación de la calidad educativa y evaluación de los aprendizajes, la educación a distancia con soporte de TIC y las estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Dirige el grupo de investigación EDUS (Educación a Distancia Universitaria y eScolar) que pertenece al Internet Interdisciplinary Institute (IN3) con el que participa en diversos proyectos nacionales e internacionales relacionados con el aprendizaje electrónico y con la evaluación de los alumnos.

Recientemente ha sido nombrada directora de investigación del nuevo Centro Internacional de Investigación e Innovación en e-learning, de la UOC.

6.1.2 Expertos en gestión de recursos y de servicios de formación en red

Mark Bullen

Es el Decano Adjunto del Centro de Enseñanza y Aprendizaje en el Instituto de

Tecnología British Columbia (BCIT) en Vancouver, Canadá. Es responsable de las áreas de desarrollo de currículum e instrucción, investigación educativa e innovación.

Antes de unirse a BCIT en 2005, el Dr. Bullen fue el Director del Centro para la Administración y Planeamiento del E-learning (MAPLE) en la Universidad de British Columbia (UBC) donde inició, administró y condujo la investigación sobre e-learning. Los proyectos de investigación en MAPLE se centraron en planificación y administración institucional, y en políticas e impactos sociales y educativos del e-learning.

Antes unirse a MAPLE, fue Director Adjunto y en Ejercicio del departamento de Tecnología y Educación a Distancia en la UBC.

Tiene una extensa experiencia internacional como consultor en relación al desarrollo de cursos en línea y al planeamiento y administración del e-learning. Realizó talleres sobre desarrollo y dictado de instrucción en línea, y sobre planificación y administración de e-learning en México, Malasia, Taiwán, Bután, Croacia, y Canadá. Ha sido consultor en proyectos de educación a distancia en Mongolia, Indonesia y Bután.

Wolfram Laaser

Es Coordinador de las secciones didácticas y director académico (Akademischer Direktor) al Centro para el Desarrollo de Educación a Distancia (a partir de 09/2005 Centro para Media y TIC) de la FernUniversität Hagen (Universidad de Hagen) Alemania. Es profesor asociado temporal de las Universidades de Francfort y de Paderborn, Alemania

Begoña Gros

Es directora del *eLearn Center*, el primer centro de innovación e investigación en aprendizaje virtual (*e-learning*) del Estado español y uno de los pocos que existen en Europa. El centro se especializa en el análisis del uso de las tecnologías para el aprendizaje y la formación, con una atención especial a la educación superior y la formación continua. El objetivo es convertir a la UOC en un referente internacional en investigación e innovación en e-learning a partir de su propia experiencia y contribuir a la innovación, la investigación, la formación especializada y la difusión en este campo.

Begoña Gros es además Vicerrectora de Innovación de la UOC.

Doctora en Pedagogía. Es profesora titular de la Universidad de Barcelona desde 1988. Tiene la acreditación de Investigación Avanzada por el AQU (2004). En los últimos años ha sido responsable de Investigación en la División de Ciencias de la Educación (2001-2003) y jefa de Investigación del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Barcelona (2004-2007).

Ha participado en varios proyectos de investigación e innovación a nivel estatal (Programa I+D del Ministerio de Educación y Ciencia, MQD de la Generalitat de Cataluña, etc.) e internacional (Vº Programa Marco, Programa *E-learning*, Minerva). Participa en varios comités científicos de revistas de ámbito nacional

e internacional (*Internacional Journal of Web based Communities, Educational Research and Development*, etc.). Ha publicado varios trabajos sobre el diseño de entornos de aprendizaje virtuales y sobre materiales para la docencia universitaria.

Actualmente es la investigadora principal del grupo de investigación consolidado de la Generalitat de Cataluña "Entornos y materiales para el aprendizaje (EMA)". Su especialización se orienta al estudio de la integración de las tecnologías de la información y la comunicación en la formación y el aprendizaje.

Carlos Marcelo

Es Catedrático de Universidad, Área de Conocimiento y Departamento de Didáctica y Organización Escolar, en la Universidad de Sevilla.

Es director del Master en E-learning: *Nuevas tecnologías para el aprendizaje a través de Internet*. Es director del Grupo de Investigación IDEA, director del Proyecto Prometeo. Ha investigado y publicado libros y artículos sobre la formación de profesores y los procesos de aprender a enseñar. Ha realizado estudios y publicaciones en relación con los procesos de interacción didáctica en los ambientes virtuales de aprendizaje.

Recientemente ha sido nombrado Director del Área de Enseñanzas Universitarias de la Agencia Andaluza de Evaluación. Por tanto concurren en él la doble condición de experto en docencia virtual y en la calidad de gestión de recursos de docencia universitaria.

6.2 Resultados de la evaluación

6.2.1 Solicitud de revisión a expertos en diseño instruccional

La solicitud se hizo en los términos siguientes o de forma semejante. En este caso, se trata del mensaje inicial dirigido a Charles Reigeluth, pero los demás son parecidos (véase anexo de documentos sobre evaluación formativa):

Estimado Profesor:

Una vez más dirijo a usted para pedirle un favor.

El trabajo del que le he estado hablando estos tiempos es mi tesis. (...)

Se trata de una parte del diseño instruccional: la secuenciación de contenidos, esta vez aplicada a objetos de aprendizaje. A partir de sus trabajos y de su crítica hecha a los de Wiley. La cual asumo en buena parte.

Dentro del plan de investigación formativa que conlleva el trabajo me gustaría que leyera —como máxima autoridad mundial experta en gestión de recursos instruccionales— al menos el capítulo 4 donde se expone el modelo creado y su aplicación a un caso. Se trata del

prototipo de un "modelo propuesto como contribución para el Diseño de Objetos de Aprendizaje y a las Teorías de la Secuenciación" (/Learning Object Design and Sequencing Simplified and Adaptive Model/). Como le digo esa lectura forma parte de una primera fase en la investigación formativa del modelo. Y que me diese su dictamen con la extensión y las características que estime oportunas, a partir de un simple mensaje de e-mail.

Reiterando mi agradecimiento reciba un efusivo saludo.

6.2.2 Síntesis de los resultados de la evaluación formativa de expertos en diseño instruccional

Charles Reigeluth

En su respuesta que adjuntamos completa en el anexo no entra a comentar el propósito ni la metodología ni los contenidos, que se entiende que asume como continuación de los de LODAS, plantea cambios y sugerencias interesantes en la estructura y en el título del trabajo, así como una falta de coherencia entre lo enunciado sobre la importancia del Método de Simplificación de Condiciones (MSC o SCM Simplifying Conditions Method) y el desarrollo de este método en la aplicación de secuencias conceptuales y de secuencias teóricas (Conceptual and Theoretical Elaboration Sequences).

En extracto la respuesta traducida y adaptada es:

En primer lugar, veo que están examinando LMS. Se adjunta un artículo sobre el LMS donde puedes buscar ayuda.

En segundo lugar, en virtud de 2.6, no hay 2.6.1 o 2.6.2.²⁶

La incorrección siguiente se acepta y se arregla tal como lo plantea, de manera que en la versión siguiente aparece la referencia sugerida:

*Además, para 2.6.3, parece que está hablando acerca de la secuencia de procedimiento, que es el fin a donde parece que llevan los pasos se están dando. Entonces hablas de la elaboración de secuencias teóricas y de secuencias conceptuales, **pero no mencionas** el MEC (Método de Simplificación de Condiciones), que ofrece Teoría de la Elaboración para tareas procedimentales, así como para tareas heurísticas. Creo que deberías revisar la secuencia de SCM. Y si revisas la secuencia de procedimiento, debes revisar la secuencia jerárquica.*

En consecuencia en la versión posterior se han incluido referencias a elementos de la Teoría de la Elaboración, versión Método de Simplificación de Condiciones y del desarrollo de este método en la aplicación de secuencias conceptuales y de secuencias teóricas.

Otro trabajo que puedes encontrar útil es un capítulo en mi Tomo III de la Instrucción, Teorías y Modelos de Diseño. Se trata de la teoría de

²⁶ Se trata de un problema de numeración de los ítems. En el original se han saltado los puntos 2.6. y 2.6.2 , y se empieza directamente en 2.6.3 Se resolvió simplemente renumerando.

dominio, que parece que pueden tratar en el punto 3.2.3, pero no estoy seguro, por lo que te envío el capítulo.

Se ha tenido en cuenta, pero sustancialmente no aporta criterios al nivel de simplificación que trabajamos y dejamos este punto para versiones posteriores de SAM.

Un último comentario es sobre el nombre de su modelo. Creo que es demasiado complejo, y el fraseo Inglés no es bueno.

Es completamente cierto y así se aceptó. De manera que a partir de esta observación se cambia el título por el actual

Supongo que es el modelo el que se ha simplificado y se ha hecho adaptativo, ¿no? Un modelo es siempre una simplificación de la realidad, por lo que es pertinente borrar la palabra “simplificativo”.

Lo de simplificado, o “simplificativo” se refiere a los procedimientos no a la representación de la realidad. Esto si aceptamos la acepción de modelo²⁷ como representación simplificada de la realidad. Pero la simplificación a que nos referimos a la de los procedimientos, quitando (principio de parsimonia, todo lo inútil, innecesario o excesivo para la mayoría de los casos, pero a los procedimientos no a la representación. Por lo demás en español la palabra “modelo” tiene al menos dos acepciones: *Representación esquemática* (“Representación en pequeño de alguna cosa”, 3ª acepción) o *ejemplo a seguir, conducta o método a seguir para aplicar a casos parecidos* (“Arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo” o “En las obras de ingenio y en las acciones morales, ejemplar que por su perfección se debe seguir e imitar”, según las acepciones 1ª y 2ª del DRAE). En este caso nos referimos a esta acepción, en tanto que desechamos el término teoría por parecernos demasiado pretencioso. Aunque la acepción más en consonancia con nuestro propósito es la cuarta: “Esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento”.

²⁷ El Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) propone para el término “modelo” las siguientes acepciones:

modelo. (Del it. modello).

1. m. Arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo.
2. m. En las obras de ingenio y en las acciones morales, ejemplar que por su perfección se debe seguir e imitar.
3. m. Representación en pequeño de alguna cosa.
4. m. Esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

Luego, el título en inglés podría ser algo como: "Modelo para el diseño adaptable y secuenciación de objetos de aprendizaje" (AMoDeSLO) o "Modelo de Aprendizaje Adaptativo Objeto Diseño y Secuencia" (AMLODAS). Y en la versión en español de su título de "Secuenciación" parece que no estén relacionados con "Objetos de Aprendizaje". Tal vez debería ser "Adaptivo Modelo de Diseño y Secuenciación de objetos de Aprendizaje".

Excepto lo de la supresión del término simplificativo o simplificado que no se suprime del título por las razones señaladas, en esta versión, se acepta todo lo demás. Así se lo comunico a Reigeluth y quedo a la espera de futuras observaciones sobre los objetivos del propio modelo y sobre el resto de dimensiones que lo constituyen, así como sobre la discusión abierta con la respuesta contenida en las observaciones anteriores.

Elena Barberá

Tras una primera lectura la profesora Barberá hace unos comentarios generales

(...) me ha parecido de mucho interés el abordar este tema desde un punto de vista multidimensional y adaptativo teniendo en cuenta tanto el DI como el DOA. También es de resaltar y agradecer la dirección que toma el modelo SAM en relación a los enfoques instruccionales, atendiendo su variedad y complejidad.

Otro valor que encuentro es la predicción de la eficacia como conjunto que supone atender a cuestiones relacionadas con valores (la parsimonia está muy bien, muy útil, válida y actual), diferentes situaciones (no sé hasta que punto cambiantes, no reconozco el margen que tiene de adaptabilidad, sí en general pero no una vez las condiciones cambien en una misma secuencia didáctica como sucede en un entorno educativo), enfoques y métodos y también predicción de la eficacia de cada componente del modelo. Esto me parece que le da mucho juego.

También queda muy claro y es muy coherente que no existe un proceso óptimo y ello le da más fuerza al modelo y a sus características. Existe un buen proceso de revisión y síntesis de las teorías existentes (pág. 5 simplificado)

Para a continuación aportar algunas observaciones y propuestas de mejora:

Existe un buen proceso de revisión y síntesis de las teorías existentes (pág 5 simplificado²⁸) pero la taxonomía de los métodos no me queda nada clara (5,6). ¿Se trata de una verdadera taxonomía? ¿Ha de serlo? ¿Cuál sería la jerarquía existente?

También parece que se atiende al apoyo explícito del diseño de OA, secuencias, reutilización... pero qué pasa con el contexto? Sería el último punto quizás, no se si está muy desarrollado en el modelo, el contexto como tal me refiero, toda la

²⁸ La evaluadora se refiere en esta referencia y en la siguiente a uno de los distintos documentos de trabajo suministrados en el proceso de revisión formativa. Más abajo reproducimos el texto tal como lo leyó.

parte situacional (marco instituiconal, por ejemplo, entre otros), no sólo de condiciones de aplicación.

Por último si se ha de atender a la significatividad yo resaltaría las dos: lógica (contenido bien ordenado, secuenciado....) y la psicológica (más desde la perspectiva del que aprende, conocimientos previos y demás...).

Las tres propuestas fueron estudiadas y revisadas:

Respecto de la primera, se refiere a la taxonomía de métodos que aparece en uno de los primeros documentos de trabajo:

Los métodos señalados en las teorías existentes y los nuevos métodos creados como parte de este estudio los hemos combinado para crear una taxonomía de los métodos. La taxonomía distingue entre cuatro tipos principales de métodos, a los que atribuye respectivamente las funciones de

- o Analizar y sintetizar contenidos,
- o Práctica (ejecución) del diseño y presentación de la información,
- o Seleccionar o diseñar los objetos de aprendizaje,
- o Diseño de la secuencia de objetos de aprendizaje.

Este comentario dio lugar a una nueva frase en el párrafo siguiente:

Esto no tiene que ver con la taxonomía de los tipos de objetos de aprendizaje, que se crea en otro punto como parte de SAM. Cada uno de estos métodos se describe en detalle en la sección de correspondiente (5.4).

Aunque realmente la respuesta a la observación de la profesora Barberá es el título 5.4 completo.

Respecto de la observación segunda, en la que habla de contexto, hay que distinguir entre contexto instruccional que está suficientemente tratado —de hecho es el objetivo principal de la tesis—, y contexto situacional —*toda la parte situacional (marco instituiconal, por ejemplo, entre otros), no sólo de condiciones de aplicación*—. Respecto de esta segunda cuestión constatamos que da lugar a una serie de líneas de investigación con entidad suficiente para constituir un dominio disciplinar propio, y que rebasa ampliamente los propósitos de esta tesis. Sin embargo se pueden utilizar para esos futuros trabajos la parte de metodología de trabajo que permite determinar los parámetros y valores de metadatos que tienen que ver con los niveles instruccionales.

Por último, respecto a la significatividad *lógica (contenido bien ordenado, secuenciado....) y la psicológica (más desde la perspectiva del que aprende, conocimientos previos y demás...)*, se atiende a estos criterios en todo el proyecto (metodología, valores,...) y en los procedimientos derivados de la Teoría de la Elaboración y en las cuatro restantes teorías que se incorporan, a un nivel más matizado y más de detalle que el que suponen criterios generales. Los niveles de elaboración solo se detienen en su descenso a subniveles de subcontenidos y de subtareas cuando se alcanzan niveles de significatividad suficientes en los sentidos señalados: Lógico y psicológico.

6.2.2 Solicitud de revisión a expertos en gestión de recursos instruccionales

A ellos nos dirigimos en los términos siguientes o de forma semejante a la que me he dirigido a los expertos en diseño instruccional (en este caso se trata del mensaje inicial dirigido a Wolfram Laaser, pero los demás son parecidos). Véase anexo de documentos sobre evaluación formativa, aunque con el Dr. Laaser esta fase ha desencadenado un pequeño dialogo en torno a precisar cual es el objetivo, el método y el contenido de su participación:

Primer mensaje:

Estimado amigo:

(...) Se trata (la tesis) de una parte del diseño instruccional: la secuenciación de contenidos, esta vez aplicada a objetos de aprendizaje. A partir de los trabajos de Reigeluth y de Wiley.

Dentro del plan de investigación formativa que conlleva el trabajo me gustaria que leyeras —como autoridad experta en gestión de recursos de formación— la tesis, o al menos el capítulo 4 donde se expone el modelo creado y su aplicación a un caso. Se trata del prototipo de un "modelo propuesto como contribución para el Diseño de Objetos de Aprendizaje y a las Teorías de la Secuenciación" (/Learning Object Design and Sequencing Simplified and Adaptive Model/).

También sería bueno que alguien, o tú mismo, que tuviese experiencia y responsabilidad en gestión de recursos de instrucción al que conocieses, de cualquiera de los centros donde trabajas, me diese la oportunidad de aplicar el modelo a sus recursos (a una muestra de ellos). Por supuesto tras la aprobación del modelo y de su lectura.

(...)

Despues en otros mensajes hubo que matizar más la cuestión,

(...) Te agradezco mucho tus comentarios y consejos, y trataré de ponerlos en práctica en lo que pueda.

(...)

Pero más allá de esto, que ya es muy útil e interesante me interesaría una opinión general sobre la idea y los objetivos que se persiguen en el trabajo. Y que se pueden resumir en el primer y en el último párrafo del capítulo 4:

"El problema que nos planteamos, y a cuya resolución pretendemos contribuir, es cómo hacer el análisis de contenidos de aprendizaje para su secuenciación y para la elaboración de especificaciones que vinculen objetos de aprendizaje a los contenidos, su organización y su secuenciación de tal forma que puedan ser interpretadas y ejecutadas por un programa informático para producir objetos de aprendizaje basados en el diseño instruccional(...)

Es decir todo está encaminado a obtener esos metadatos que se incluyen en el objeto de aprendizaje y que ayuda a contextualizar el objeto en una secuencia de contenidos. Eso tú lo ves bien en el ejemplo que pongo de Isabel Martín, porque así es como es, no solo para el usuario sino para el diseñador instruccional o para el programador [como reconoces cuando dices]:

“El ejemplo de la programación de Isabel Martin es una concretización de la forma como SAM describe objetos de aprendizaje? Si es así, ésta es ciertamente una forma muy útil de dar informaciones suplementarias para el usuario”.

(...)

Me interesa [pues] sobre todo tu expertise por provenir de un experto en gestión de recursos formativos. En ese sentido me gustaría destacar lo que pueda ofrecer interés particular [lo que pueda provenir de la experiencia] de tu curriculum: Gestión de recursos de formación en Hagen, o lo que sea que tuvieses como función en cualquier momento de tu trayectoria profesional. Y hacer constancia explícita en el informe de evaluación e investigación formativa.

(...)

Pero la dinámica que este cruce de mensajes despertó se detalla más en la parte de evaluación formativa de este experto, que viene a continuación como el primero de la lista de expertos en gestión de recursos.

Wolfram Laaser

Es Coordinador de las secciones didácticas y director académico del Centro para el Desarrollo de Educación a Distancia (a partir de 09/2005 Centro para Media y TIC) de la *FernUniversität Hagen* (Universidad de Hagen) Alemania. En su informe que incluimos íntegro en el anexo con la correspondencia mantenida, se dice:

En las primeras páginas del capítulo 4²⁹ expone la metodología en 15 puntos diferentes. Después está discutiendo valores y objetivos de la teoría y finalmente presenta los elementos de su teoría de aprendizaje. Dice que está creando una nueva taxonomía. Lo que para mí sería más adecuado es que, en vez de llamar al enfoque “teoría de aprendizaje”, le denominase mejor un “esquema descriptivo”, para ampliar características contextuales de objetos de aprendizaje.

Su crítica de las clasificaciones de Wiley como puramente conceptuales vale. Además las categorías en la página 15 son confusas como destaca con razón el autor. Las tablas en las páginas 18 y 20 necesitan más comentarios y ejemplificación con ejemplos concretos. Los ejemplos dados no quedan muy claros.

Entiendo que el autor diferencia en

Objetos simples singulares, no modificables

Objetos que permitan interacción por parte del usuario

²⁹ En realidad el revisor, Dr. Laaser, hace referencia a un borrador previo en el cual el capítulo 4 englobaba los actuales capítulos 4, 5 y 6. En una interpretación actual los 15 puntos que cita constituyen el capítulo 4 completo.

La “guía didáctica” (término poco exacto) lo entiendo como una descripción junto con el objeto mismo que describe cómo usar el objeto de aprendizaje (básicamente información textual o de audio)

La ultima categoría “Objeto de aprendizaje instruccional generativo” queda para mí bastante poco clara. Un ejecutable también es un Java Applet simple. Si algo es “ejecutable” no es categoría didáctica ni de la informática (pág. 24).

Después del tipo de objeto va la clasificación según sus características como número, reusabilidad, función habitual....Estas características son una mezcla de criterios muy diversos. ¿Para qué sirve el número de elementos combinados, para qué importa la parametrización, etc.?

El esquema en la pagina 27 para mí es difícil para interpretar. El problema de la programación lineal se compone del planteamiento al mismo nivel como el de la resolución o del significado. Para mí el mapa conceptual resulta difícil de interpretar. Tal vez se debería discutirla con un profesor de matemática.

El autor vuelve a discutir teorías de contextualización de objetos de aprendizaje y finalmente ejemplifica la clasificación completa con el ejemplo de la programación lineal. Con el esquema tengo dos observaciones. La solución del problema no necesariamente es solamente una en un vértice. Pág. 51 arriba se debe decir conjunto de “soluciones posibles”. También creo que la interpretación del modelo matemático no necesariamente implica su interpretación como maximización de ganancias. Esto es una interpretación particular.

¿El ejemplo de la programación de Isabel Martin es una concretización de la forma como SAM describe objetos de aprendizaje? Si es así, ésta es ciertamente una forma muy útil de dar informaciones suplementarias para el usuario.

De mis experiencias profesionales hasta la fecha los profesores universitarios no están acostumbrados a usar repositorios de objetos de aprendizaje. Las descripciones de SAM puedan ayudar en la búsqueda de objetos de aprendizaje y ver directamente el contexto de los objetos encontrados. Así SAM puede dar un apoyo interesante para facilitar la secuenciación de diferentes objetos encontrados. Sin embargo, según mi opinión, las secuencias de objetos de aprendizaje en forma automatizada no funcionan sin una adaptación de los mismos de uno a otro y al contexto del uso concreto. Por ejemplo en problemas económicos o matemáticos el uso y la interpretación de los símbolos. Así es crucial que los objetos de aprendizaje permitan realmente la modificación fácil por parte del usuario. Lo que resulta por ejemplo bien complicado solo alterando los símbolos de un Java Applet. Esta función de adaptación simple en la mayoría de los objetos de aprendizaje es inexistente.

En Hagen, a 21 de abril de 2009.

A partir de las observaciones del informe del Dr. Laaser introducimos las modificaciones o hacemos las consideraciones siguientes:

Primera. Respecto de la observación en la que señala que se trata de un esquema descriptivo mejor que una taxonomía, porque amplía características contextuales de los objetos de aprendizaje, entendemos que en cierta medida es acertada la observación en tanto que a él le suscita esa idea. En la versión definitiva nos hemos esforzado en señalar y detallar los aspectos instruccionales y cognitivos que diferencian una clase de otra de objetos de aprendizaje. Haciendo especial énfasis en dos aspectos o rasgos: La *generatividad* y el *carácter de enlace instruccional* (entre recursos por un lado y objetivos, evaluación, actividades y metodologías por otro) que permite el nuevo diseño de la taxonomía.

Segunda. Se acepta plenamente el párrafo

Su crítica de las clasificaciones de Wiley como puramente conceptuales vale. Además las categorías en la pagina 15 son confusas como destaca con razón el autor. La tablas en las páginas 18 y 20 necesitan más comentarios y ejemplificación con ejemplos concretos. Los ejemplos dados no quedan muy claros.

Y como resultado ha quedado la versión actual de esa parte.

Tercera. Entendemos validada la taxonomía desde el punto de vista que se estima más valioso del revisor, su experiencia y conocimiento en gestión de recursos, pues esto es lo que valora como elemento diferenciador para la gestión: *Objetos simples singulares, no modificables* por un lado y *objetos que permitan interacción por parte del usuario*. Entendiendo la interacción como meramente propiedad del objeto para aceptar un grado de adaptación instrumental por parte del usuario.

Si confrontamos la conceptualización que se hace de Guía Didáctica por parte de expertos en diseño instruccional y en las referencias que recogemos en este trabajo, que justifican la introducción de este tipo de objeto que es definitorio del modelo SAM, tenemos que optar por esta última, admitiendo el carácter que el Dr. Laaser le atribuye:

La “guía didáctica” [también] lo entiendo como una descripción junto con el objeto mismo que describe cómo usar el objeto de aprendizaje (básicamente información textual o de audio)

Cuarta: La propuesta siguiente: «Un ejecutable también es un Java Applet simple. Si algo es “ejecutable” no es categoría didáctica ni de la informática», se estima igualmente como una consideración tecnológica vinculada a la gestión — el carácter de ejecutable no es el definitorio sino la generatividad—, y la justificación así como la explicación de este carácter está definido en el apartado correspondiente.

Quinta. Del resto del informe de evaluación se han tenido en consideración todas las observaciones. Las que no son propiamente del campo de la gestión de recursos se han tenido en cuenta para mejorar el texto y el estilo en su comprensibilidad, haciendo más explícitas las intenciones y los elementos de

diferenciación. Las que son propias de una materia como la observación del mapa conceptual, lo hemos valorado como el revisor apunta desde las perspectivas de la didáctica de las Matemáticas.

Sexta. Por último el revisor, en la parte en que da su opinión sobre la utilidad del modelo para la gestión de recursos por la institución y por los usuarios docentes, señala que es una forma muy útil de dar información. Tanto en el ejemplo de Isabel Martín en Descartes, como a partir de su experiencia

De mis experiencias profesionales hasta la fecha los profesores universitarios no están acostumbrados a usar repositorios de objetos de aprendizaje. Las descripciones de SAM puedan ayudar en la búsqueda de objetos de aprendizaje y ver directamente el contexto de los objetos encontrados. Así SAM puede dar un apoyo interesante para facilitar la secuenciación de diferentes objetos encontrados.

Si bien señala su reticencia cuando los objetos tienen que cambiar de contexto disciplinar:

Sin embargo, según mi opinión, las secuencias de objetos de aprendizaje en forma automatizada no funcionan sin una adaptación de los mismos de uno a otro y al contexto del uso concreto. Por ejemplo en problemas económicos o matemáticos el uso y la interpretación de los símbolos.

Séptima. Sin profundizar en términos y conceptos el evaluador señala la conveniencia de la generatividad, aún después de haber puesto paradójicamente en cuestión este concepto en la primera parte de su informe:

Así es crucial que los objetos de aprendizaje permitan realmente la modificación fácil por parte del usuario. Lo que resulta por ejemplo bien complicado solo alterando los símbolos de un Java Applet. Esta función de adaptación simple en la mayoría de los objetos de aprendizaje es inexistente.

Mark Bullen

Es Associate Dean, Curriculum, Instructor Development y Research Learning y Teaching Centre en el British Columbia Institute of Technology.

Desde su perspectiva y por el carácter altamente técnico de la *disertation* dice reconocer sus limitaciones para opinar sobre el contenido teórico, aunque dice:

From what I can tell, what you are proposing has a sound theoretical basis and you appear to have taken into account the practical issues of how such a model might be applied.

No obstante coincide con Laaser en su excepticismo sobre la aplicabilidad en la práctica docente del conocimiento, o de los contenidos de aprendizaje estructurado en objetos ensamblables:

I have to confess, however, that learning objects and what I call the informatics of instructional design is not an area in which I consider myself an expert. As well, I have always been a bit skeptical of the learning objects movement - the notion that learning can be modularized to the point that all learning can be designed by

assembling various learning objects - so I am a bit uncertain about the practical application of your proposed model. Despite this I think your work makes a significant contribution to the thinking in this area and you appear to have been quite thorough in ensuring your model is theoretically sound.

Begoña Gros

Es Directora del *eLearn Center* y Vicerrectora de Innovación de la UOC.

En su informe que incluimos integro en el anexo de Investigación Formativa, junto con la correspondencia mantenida, se dice:

En mi opinión, el objetivo de la realización del modelo propuesto es muy interesante y también necesario ya que plantea superar limitaciones importantes de los principales modelos de diseño instruccional. Fundamentalmente el problema de la secuenciación de los contenidos. También me parece fundamental abordar el tema desde la perspectiva de la estructuración de metadatos porque los metadatos utilizados en la actualidad recogen poca información sobre el diseño instruccional y este es un aspecto básico a superar. Entiendo que en la propuesta se está estableciendo una diferenciación entre el objeto en sí y el método instruccional y este es uno de los aspectos que considero más relevante del planteamiento propuesto. Es acertado el cambio de nombre hacia SAM (simplified and adaptive model) ya que LODASAM resulta difícil también cuando se está leyendo el texto.

A continuación expone algunos aspectos que no le han quedado claros en el capítulo dedicado a la descripción del modelo simplificado:

No me queda claro que la definición de los objetos de aprendizaje actual se realice en oposición a su uso en la gestión de conocimiento. Creo que efectivamente una cosa es la definición del concepto “objeto de aprendizaje” que es usada de forma muy general para cualquier tipo de recurso existente en formato digital y, otra cosa diferente, es el tema del etiquetaje y gestión de los objetos.

No queda claro en este punto de la comunicación en qué apartado del trabajo se realizó esta distinción. Sin embargo permite reflexionar y diferenciar sobre tres constructos diferenciados en toda la tesis (quizá la evaluadora al no disponer del capítulo 2 donde se expone el estado del arte se haya visto inducida a esta apreciación):

- Objeto de aprendizaje definido "in extenso" por la taxonomía que el propio modelo implica, y explícitamente por el contexto instruccional

donde se inscribe, susceptible de ser incluido con un alcance y en una secuencia instruccional.

- Objeto de conocimiento, como precedente documentado en el fragmento del cap. 2 adjunto. atribuible a Merrill y que enlaza con la gestión del conocimiento, del cual objetos de aprendizaje sea una subcategoría.
- Y otra cosa es objeto de información, como elemento de información susceptible de ser tratado documental y automáticamente, en cuya naturaleza y alcance no se entra, sino para suministrar especificaciones a los trabajos del tipo IEEE LOM, o en desarrollos e investigaciones derivados de ellos.

Respecto de los “objetos de conocimiento”, en el capítulo dos ya los tratamos y documentamos. El concepto y definición de objeto de aprendizaje es relativo al contexto práctico y teórico donde se enmarca. Tiene su desarrollo más definido en el modelo Teoría del Diseño y la Organización de Objetos de Aprendizaje — Learning Object Design and Sequencing Theory (LODAS) LODAS de Wiley, y su definición o la aproximación a ella en los artículos iniciales de este autor (Wiley, 1999, 2000, 2002a, 2002b, 2002c, y 2002d). Su precedente está en el concepto de “objeto de conocimiento” atribuido a Merrill. Comoquiera que es un constructo central en este trabajo postponemos su definición vinculada, en este mismo apartado, a la descripción del modelo LODAS y en el siguiente capítulo a la propuesta de modelo que haremos a continuación (simplificada de la LODAS).

Merrill y sus colegas en el Grupo de Investigación ID2 proponen una forma de representación del conocimiento que consiste en componentes organizados en lo que llaman objetos de conocimiento (Jones, Li y Merrill, 1990; Merrill y ID2 Grupo de Investigación, 1993, 1996; Merrill, 1998). En el resto de esta tesis nos referiremos a este trabajo como Teoría de Diseño por Componentes de (Component Design Theory: CDT³⁰).

La CDT2 propone que la casi totalidad de la materia cognitiva (el conocimiento) se puede representar como cuatro tipos de objetos de conocimiento:

- Entidades (Entities³¹), lo que son las cosas (objetos).
- Las acciones, son actos que pueden ser realizadas por un alumno con un objeto o con alguna de sus partes.
- Procesos, son eventos que ocurren como resultado de alguna acción.
- Las Propiedades son descriptores cualitativos o cuantitativos de las entidades (de los objetos), de las acciones, o de los procesos.

La CDT2 define el conocimiento a través de los componentes de un objeto de conocimiento. Un objeto de conocimiento y sus componentes son una manera de describir los contenidos que se enseñan. A su vez los objetos de conocimiento

³⁰ La *Component Display Theory* (CDT) es la obra original de Gagné de la que se desprenden diversas categorías de componentes teóricos (Véase Merrill, 1994). Una de esas componentes es la *Component Design Theory* (CDT2), que se trata abundantemente hacia el final de este capítulo con el nombre *Instructional Transaction Theory* (ITT) o instructional design basado en objetos de conocimiento.

³¹ Hemos adoptado la palabra entidad (*entity*) en lugar de la palabra objeto para evitar la confusión se produciría con el uso de esta palabra (objeto), tal como se utiliza en la expresión “programación orientada al objeto”, o con objeto de aprendizaje.

tienen, en la teoría definida por Merrill (CDT2), una serie de componentes que constituyen un conjunto de informaciones que acompañan y constituyen el objeto, o bien como metadatos o bien como contenido propio de información. Esquema que se va a repetir en los objetos de aprendizaje.

Del resto de observaciones:

Cuando se habla de los tipos de contenidos se mezclan una serie de teorías que, en mi opinión, no abordan las mismas tipologías. Por ejemplo, en la teoría de Reigeluth se aborda hechos, conceptos, habilidades y actitudes. Y, en el planteamiento de Merriënboer también aunque siempre en el ámbito de problemas complejos. La secuenciación en la teoría de Merriënboer es un aspecto también muy importante y bien trabajado a partir de la investigación sobre secuencia de tareas. Sugiero que tener en cuenta esta aproximación si que podría ayudar en la investigación.

El cuadro en el que se describen las diferencias entre los objetos de aprendizaje propuesto es muy interesante e ilustrativo. El único concepto que no me resulta claro es el denominado “función habitual”, es posible que sea el término utilizado porque no está descrito en relación al tipo de objeto tal y como sucede en el resto.

El cómo se efectuara la secuenciación de los contenidos en función del usuario es algo que no me queda claro como está resuelto en la propuesta teórica.

Dado que es un modelo teórico a partir de la síntesis de otras teorías será necesario aplicarlo para contrastar la propuesta. Entiendo que esa es la idea de la tesis.

Se aceptan y se incluyen en la versión definitiva o se difieren al caso futuro en que se apliquen como es el caso de la primera o a un futuro desarrollo de investigaciones en las que se tenga en cuenta en la secuencia en función de las características de aprendizaje del usuario.

Carlos Marcelo

Es Catedrático de Universidad, Área de Conocimiento y Departamento de Didáctica y Organización Escolar, en la Universidad de Sevilla, y recientemente ha sido nombrado Director del Área de Enseñanzas Universitarias de la Agencia Andaluza de Evaluación.

En sus notas valorativas, incluidas en la correspondencia mantenida, y que reproducimos en el anexo de Investigación Formativa, se señala la necesidad *de un ejemplo más explícito que el de programación lineal para poder comprenderlo bien* [como funciona SAM]. Es cierta esta dificultad para los lectores y revisores que no sean especialistas —igual que sucede con el ejemplo de teoría Musical propuesto por Wiley (2002a) —, pero es simple porque presenta todas las situaciones que se pueden presentar de una forma sencilla, con solo las necesarias referencias y enlaces con otros niveles.

Una observación muy importante es la que hace Marcelo cuando dice que «debe de haber una variable (...) que diferencie entre modalidades de aprendizaje: autónomo, dirigido; presencial-blended, e-learning. En todo esto mi

preocupación es cómo se encaja con las ideas y creencias de los usuarios: los docentes». Esta observación da lugar a una variable de metadata: Modalidad de aprendizaje recomendado. Es pues una aportación valiosísima, y aunque no está relacionada directamente con la secuenciación, por eso no la contemplamos en un primer momento, sí lo está con el alcance (*scope*).

Por último la aportación señalada ha servido para una última revisión de ciertos términos. Marcelo dice “*no he visto referencias a literatura sobre Learning Design (hay una revista específicamente con ese nombre)*”. Con ese motivo hemos verificado que los términos utilizados corresponden a dos significados distintos: Diseño Instruccional o Diseño Educativo, en el sentido que le da Reigeluth en sus obras, y *Learning Design* en el sentido que le atribuyen la corporación IMS Global (IMS, 2009) y Griffiths (Griffiths et al, 2005) para IMS Learning Design en el sentido que le atribuyen los autores de este estándar.

6.3 Resumen de aportaciones de SAM respecto a los modelos existentes

La siguiente Tabla sintetiza las aportaciones fundamentales de SAM respecto a los modelos anteriores, detallando las aportaciones de SAM respecto a cada una de las conclusiones críticas expuestas en el análisis del problema.

Aspecto	Limitaciones en LODAS	Aportaciones de SAM	Comentarios de la evaluación formativa
Adaptatividad	La adaptatividad está referida a suministrar especificaciones basadas en criterios complejos: Conjuntos de competencias.	Proporcionar una visión instruccional de los LO tal que se definan en términos suficientemente generales para dar cabida a los recursos existentes en Internet, y se defina el tipo de apoyo, en cuanto a secuencia, necesario para soportar el uso instruccional exclusivo y explícito de objetos de aprendizaje.	Se avala generalmente el concepto con la acepción aportada explícitamente, excepto en un caso que se hace de forma implícita: Es <i>crucial que los objetos de aprendizaje permitan realmente la modificación fácil por parte del usuario. Lo que resulta por ejemplo bien complicado solo alterando los símbolos de un Java Aplet. Esta función de adaptación simple en la mayoría de los objetos de aprendizaje es inexistente (Wolfram Laaser)</i> . Se incluye una variable de metadata referida a ambiente de aprendizaje.
Simplicidad	El nivel de diferenciación y de complejidad	Damos como alternativa un método de	

	<p>en la taxonomía de LO y en las pautas para especificaciones de <i>learning design</i> es innecesario y redundante. Hace difícil y poco atractivo ese trabajo por los docentes.</p>	<p>simplificación basado en la teoría clásica de la elaboración de Reigeluth³², que aplicamos en la parte nuclear del modelo, dejando el análisis de habilidades y competencias complejas para el diseño instruccional previo al procedimiento de secuenciación. Reducimos la taxonomía de objetos de aprendizaje utilizando criterios de generatividad y ayuda pedagógica exclusivamente.</p>	
Taxonomía de objetos de aprendizaje	<p>Plantea una diferenciación que no añade elementos instruccionales y sin embargo no contempla aspectos generativos puros ni objetos guía.</p>	<p>Reduce los tipos de LO a cuatro diferenciados por criterios de generatividad y de diseño instruccional:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Elemental. -Combinación acoplada generativa -Guía didáctica -Instruccional generativo 	
Viabilidad (Realizability)			<p>La evaluación formativa en la modalidad de gestión de recursos valora como útiles los criterios y procedimientos para la secuencia en el ámbito de trabajo de los evaluadores, con las aportaciones que señalan: ámbito de aprendizaje, etc.</p>

³² Incluyendo *The theory's Simplifying Conditions Method (SCM)*

Capítulo 7. Líneas de trabajo futuro

Hablando de las teorías de diseño instruccional, tanto Reigeluth (Reigeluth y Frick, 1999) como Schank, Berman y Macpherson (1999) y también Merrill (Merrill, 1999) coinciden en la consideración expuesta de la siguiente forma por éste último:

“Sin embargo, ninguna de las teorías descritas en este libro (teorías instruccionales) ha sido desarrollada en un estado de perfección (...) debe ser patente que el desarrollo y la prueba de una teoría instruccional no supone un juicio y una validación definitivos. Es una cuestión de aproximación sucesiva. Tales teorías siguen siendo mejoradas y refinadas a través de muchos intentos (iteraciones)” (Merrill, 1999 p. 633 - 635).

Este estudio representa pues un esfuerzo más para *integrar* la tecnología instruccional de los objetos de aprendizaje reutilizables en el contexto del diseño instruccional clásico. En este trabajo se ha presentado una iteración más, que esperamos contribuya a avanzar en el camino señalado. Sin embargo en esta como en tantas otras ocasiones cada vez que el conocimiento avanza, se abren nuevas líneas para proseguir la investigación.

En este capítulo haremos una enumeración de los objetivos que entendemos enunciados y no alcanzados en los trabajos que son precedente de esta tesis, así como de los que surgen a través de lo tratado y de las observaciones hechas en la investigación formativa a que hemos dado lugar.

7.1 Líneas procedentes de los trabajos anteriores

Este trabajo supone la continuación de la teoría denominada *Learning Object Design and Sequencing Theory (LODAS)*, que hasta su presentación y según declaración de su propio autor (Wiley, 2000) era “la única teoría conocida del diseño de instrucción para proporcionar apoyo explícito en el diseño instruccional y para el uso del estándar IEEE LOM (IEEE, 2002) compatibles con los objetos de aprendizaje”. Sin embargo LODAS, según su autor igualmente (Wiley, 2000), “no es en absoluto perfecta”.

El trabajo en que nos hemos basado (Wiley, 2000) supone una primera aproximación en esta serie de iteraciones en el camino de integrar los objetos de aprendizaje en el diseño instruccional clásico. El propio autor y Reigeluth en la investigación formativa se han apresurado a decir que LODAS debe ser “mejorado y perfeccionado durante muchas iteraciones”. En el capítulo 5º de la disertación de Wiley (2000, p. 110) se examinan los objetivos propuestos y se hace una recensión sobre lo alcanzado y lo que resta a través de la prueba en curso y de la investigación formativa. Igualmente en ese capítulo se traza un futuro plan de investigación. Sin embargo a través de lo indagado y de la propia relación epistolar con el autor (véase el Anexo 2) no consta ninguna

contribución posterior. La permanencia de este modelo se manifiesta en dicha comunicación, incluso permanecen errores de numeración de la propia versión original que no han sido subsanados como se pone de manifiesto en el segundo mensaje del anexo señalado.

Pero más allá de la cuestión (que no deja de ser anecdótica) de que la teoría LODAS no ha sido reformulada después de su publicación original como informe de tesis, aparece otra cuestión de importancia central: considera el autor de LODAS que los objetivos han sido conseguidos – aunque se puede disentir si el grado y profundidad de consecución es el adecuado. Sin embargo, según pone de manifiesto en la formulación que él mismo hace en su mensaje (véase Anexo 2):

“El objetivo final, como dices, es:

5. Brindar más compatibilidad con el dominio basado en el conocimiento experto y la investigación sobre la modelización del alumno.

Esto quiere decir que quiero que esta metodología de desarrollar objetos de aprendizaje sea compatible con la investigación sobre la modelización del alumno y sobre la teoría de dominio. En otras palabras, quiero que estos objetos de aprendizaje sean compatibles con las otras metodologías instruccionales avanzadas que se están desarrollando”.

Este objetivo, esto es, “que los objetos de aprendizaje sean compatibles con las metodologías instruccionales avanzadas” (o para atender a necesidades más complejas de diferencias grupales o individuales en competencias cognitivas) no está ni tan siquiera alcanzado en un nivel mínimo. Podemos concluir esto si comparamos el nivel de desarrollo teórico de las cuatro teorías en cuanto a matización y diferenciación de estilos y habilidades cognitivas, con la generatividad de los objetos de aprendizaje.

Por tanto una línea todavía abierta que se deduce de lo anterior se podría formular como sigue:

“Investigar para el desarrollo de la compatibilización de los objetos de aprendizaje con las metodologías sobre modelización del alumnado, en particular sobre la modelización basada en agrupaciones de habilidades, para atender a necesidades más complejas de diferencias grupales o individuales en competencias cognitivas”.

Esta línea persiste en nuestro trabajo, ya que no ha sido tratada, salvo para adaptaciones particulares en la aplicación de SAM. Por tanto la incluiremos igualmente entre las líneas que se derivan de esta tesis.

7.2 Líneas derivadas del propio trabajo

7.2.1 Primera línea. Diseño instruccional con objetos de aprendizaje instruccionales generativos

Recordemos que este tipo de objetos (los GLO que hemos estudiado) consisten de ejecutables que incluyen en cada uno de ellos una transacción instruccional (Merrill, 1999)³³, que suministra información a ambos (ejecutable y transacción instruccional) y proporciona la práctica del procedimiento o de los procedimientos asociados.

El diseño instruccional puede suministrar especificaciones para la organización y transacción automatizada de informaciones y metadatos entre la base de conocimientos y el instrumento que genere el objeto.

Por ejemplo, un objeto de este tipo puede ser un ejecutable sobre cónicas que permita distinguir el tratamiento: Geométrico o algebraico (como lugares geométricos con su ecuación, y otros elementos y parámetros, o como secciones cónicas). Otro ejemplo puede ser un ejecutable sobre el problema de Programación Lineal que permita establecer el contexto y el nivel de simplificación de las tareas (dos variables, el plano, etc. o tres variables y el espacio, o el problema general). Y establecer la secuencia de acuerdo con los principios del Método de Simplificación de Contenidos (SCM) —*The theory's Simplifying Conditions Method (SCM)*— de Reigeluth que hemos visto.

³³ En el diseño basado en la tecnología de la instrucción, una de las ventajas de representar los contenidos que se enseñan en una base de conocimientos que consta de componentes de conocimiento es que una estrategia de instrucción puede ser escrita como un algoritmo que utiliza el conocimiento como componentes de datos. Un algoritmo de instrucción dado puede escribirse una vez y se utiliza una y otra vez. Un diseñador creativo podría escribir una de las partes del algoritmo de transacción instruccional (*parametrización generativa*) que funcionan con cualquier tema. La elaboración de dicha *parametrización generativa* consistiría simplemente en crear la base de conocimientos. El algoritmo de instrucción podría enseñar el contenido sin más diseño.

La expresión *parametrización generativa* es de producción propia y equivale a *transaction Shell* en Merrill (1999):

“When designing technology-based instruction, one advantage of representing the content to be taught in a knowledge-base consisting of knowledge components is that an instructional strategy can be written as an algorithm that uses knowledge components as data. A given instructional algorithm can be written once and used over and over. A creative designer could write a parts-of instructional transaction algorithm (transaction shell) that would work with any subject matter. Authoring for such a transaction shell would consist of merely creating the knowledge base. The instructional algorithm could then teach the content without any further design”.

Sin embargo la transacción instruccional, tal como la establece Merrill en Reigeluth (1999), es bastante más compleja y guarda bastante parecido con lo que es el mecanismo de la programación lógica: Hechos (base de datos de conocimientos), reglas (shell instruccional) y motor de inferencia (curiosamente utilizan el mismo término para ambos conceptos).

7.2.2 Segunda línea. Parametrización generativa

Como hemos dicho, un diseñador instruccional podría escribir una de las partes del algoritmo de transacción instruccional generativo (Shell) dejando libre los valores que determinen el contexto de contenidos (base de conocimientos) donde actúa el algoritmo instruccional (parametrización generativa) y que funciona con temas alternativos de la base de conocimientos. Esta línea consistiría en investigar técnicas y criterios para a) seleccionar parámetros, b) diseñar el algoritmo y c) rangos de parámetros.

A diferencia de la línea anterior donde el objetivo y el eje de la investigación sería el propio diseño instruccional vinculando objetos con actividades en función de contextos de aprendizaje, en este caso el centro de la actividad investigadora sería de carácter más tecnológico: Obtener especificaciones para el diseño de sistemas y de lenguajes para el “proceso instruccional de la información”.

7.2.3 Tercera línea. Especificaciones para el ámbito de aplicación de los objetos procedentes del análisis de habilidades complejas

Hemos mencionado en el primer apartado de este capítulo que de entre los objetivos propuestos por Wiley para LODAS el que él establece como quinto (ver Anexo 2) es el siguiente:

“5. Brindar más compatibilidad con el dominio basado en el conocimiento experto y la investigación sobre la modelización del alumno.”

Y éste no ha sido conseguido en grado suficiente, y queda como una línea a desarrollar en sentido amplio.

Sin embargo, en nuestro trabajo podemos especificar aún más y hablar sobre relación de perfiles individuales, sobre habilidades cognitivas y de ejecución, agrupándolas en *clusters*. En este sentido nuestro modelo proponía resolver sólo la secuenciación y el alcance para habilidades simples, y utilizar las orientaciones de las cuatro teorías solo en casos singulares y como conocimiento orientativo para el alcance y la secuencia. Sin embargo ha quedado sin desarrollar la parte relativa a obtener especificaciones sobre alcance y secuencia de objetos de aprendizaje, y también posibles modificaciones en la taxonomía de objetos de aprendizaje.

En particular podemos aplicar los resultados de Van Merriënboer de orientaciones respecto del ámbito de aplicación (**alcance**):

- Identifica tres niveles de alcance, o granularidad³⁴: habilidad para identificar las agrupaciones de habilidades, plantear un caso tipo, y resolver problemas específicos. Una vez que el constituyente principal de

³⁴ Conviene señalar la importancia de esta identificación entre conceptos centrales: la granularidad equivale al alcance, el ámbito de aplicación o en otro contexto al nivel de elaboración.

la habilidad ha sido identificado, indicando los objetivos de lo que tenemos que hacer y qué hacer con los resultados, etc, se pueden crear procedimientos similares para cada caso.

- Igualmente identifica dos tamaños —o niveles— para los objetos de aprendizaje: Agrupaciones de objetos por habilidad (*skills clusters*), lo que van Merriënboer (1997) llama nivel macro, y problemas específicos (nivel micro). Los *skills clusters* deben tener un alcance adecuado a fin de que una sola agrupación (*clusters*) no requiera más de 200 horas para aprender (van Merriënboer, 1997).

Estas orientaciones de van Merriënboer (1997) son enormemente válidas para el trabajo singular y en detalle de diseño instruccional tecnológico, en lo que se refiere a granularidad. Pero añaden poco a alcance estrictamente (como ámbito de actuación) y al trabajo que estamos haciendo, y dejan un camino abierto para el análisis de cómo afectan las agrupaciones a especificaciones de alcance para ser automatizadas.

7.2.4 Cuarta línea. Especificaciones para la secuenciación de los objetos procedentes del análisis de habilidades complejas (identificación de agrupaciones de casos)

El análisis es válido tal como lo hemos enunciado en el apartado anterior: Niveles de alcance (Identificación de los niveles y delimitación de la componente principal), y tamaño de objetos desde esta perspectiva: Micro y macro.

Las orientaciones enunciadas en el capítulo 4 son válidas para el trabajo singular y en detalle de diseño instruccional tecnológico, en lo que se refiere a secuenciación, pero queda por desarrollar especificaciones de cómo afectan estas agrupaciones al diseño de secuencias de forma sistematizada, definiendo criterios generales. Éste puede ser el objetivo principal de esta línea de investigación.

7.3 Líneas derivadas de la investigación formativa

7.3.1 Primera línea. Diferenciación entre secuencias conceptuales y secuencias heurísticas.

Esta línea la hemos definido y la proponemos procedente de las observaciones de Charles M. Reigeluth. Este autorizado autor, y evaluador en este caso, en su informe señala una falta de coherencia entre lo enunciado sobre la importancia del Método de Simplificación de Condiciones (MSC o SCM *Simplifying Conditions Method*) y el desarrollo de este método en la aplicación de secuencias conceptuales y de secuencias teóricas (*Conceptual and Theoretical Elaboration Sequences*).

En extracto la respuesta traducida y adaptada es:

“Además, para 2.6.3, parece que está hablando acerca de la secuencia de procedimiento, que es el fin hacia donde parece que llevan los pasos que se están dando. Entonces hablas de la elaboración de secuencias teóricas y de secuencias conceptuales, **pero no mencionas** el MEC (Método de Simplificación de Condiciones), que ofrece la Teoría de la Elaboración para tareas procedimentales, así como para tareas heurísticas. Creo que deberías revisar la secuencia de SCM. Y si revisas la secuencia de procedimiento, debes revisar la secuencia jerárquica”.

7.3.2 Segunda línea. Inclusión en el modelo de especificaciones de secuenciación en función de las características de aprendizaje del usuario

Procedente de las observaciones de Begoña Gros. Esta evaluadora en sus observaciones dice lo siguiente:

“Cuando se habla de los tipos de contenidos se mezclan una serie de teorías que, en mi opinión, no abordan las mismas tipologías. Por ejemplo, en la teoría de Reigeluth se aborda hechos, conceptos, habilidades y actitudes. Y, en el planteamiento de van Merriënboer también aunque siempre en el ámbito de problemas complejos. La secuenciación en la teoría de Merriënboer es un aspecto también muy importante y bien trabajado a partir de la investigación sobre secuencia de tareas. Sugiero que tener en cuenta esta aproximación si que podría ayudar en la investigación.

El cuadro en el que se describen las diferencias entre los objetos de aprendizaje propuesto es muy interesante e ilustrativo. El único concepto que no me resulta claro es el denominado “función habitual”, es posible que sea el término utilizado porque no está descrito en relación al tipo de objeto tal y como sucede en el resto.

El cómo se efectuará la secuenciación de los contenidos en función del usuario es algo que no me queda claro como está resuelto en la propuesta teórica.

Dado que es un modelo teórico a partir de la síntesis de otras teorías será necesario aplicarlo para contrastar la propuesta. Entiendo que esa es la idea de la tesis.”

Estas observaciones se han aceptado con carácter general pero hay algunas que sólo se utilizan en el caso de adquirir competencias complejas que tengan que ver con grupos de usuarios definidos por sus conjuntos de habilidades específicos. Se aceptan y se incluyen en la versión definitiva, o se difieren a casos en que se apliquen en el que la adaptación se considera como una fase del propio procedimiento. O bien a un futuro desarrollo de investigaciones en las que se tenga en cuenta en la secuencia en función de las características de aprendizaje del usuario. Pues bien esto daría lugar a una futura línea de investigación.

7.3.3 Tercera línea. Análisis de contenidos atendiendo al contexto situacional

Elena Barberá³⁵ en su evaluación formativa señala esta deficiencia del modelo pero atendiendo exclusivamente al diseño instruccional de OA (entiendo que se refiere a alcance y secuencia). No obstante más que al diseño instruccional de LO habría que atender a una subvariedad de técnica de análisis de contenidos o de teoría de la Elaboración, igual a como se hace con el Método Simplificado de Condiciones. En cualquier caso es un tema abierto para investigar tanto en la fundamentación como en el desarrollo.

Un ejemplo puede ser el análisis de contenido atendiendo a las competencias profesionales para obtener un grado.

7.3.4 Cuarta línea. Análisis de contenido atendiendo a la significatividad lógica y psicológica.

En la misma evaluación formativa E. Barberá³⁶ apunta a este criterio para tener en cuenta en cuanto al diseño instruccional con OA, entiendo igualmente que en lo concerniente a secuencia y a alcance. En esto si no se considera tratado en la Teoría y Técnica de Análisis de Contenidos clásico, cabría considerarlo como un desarrollo propio de las teorías de secuenciación a utilizar en el diseño instruccional con OA.

Un tema, por ejemplo, en esta línea podría constituirlo una modalidad de la Teoría de la Elaboración que atendiese a la construcción de niveles de significación atendiendo a criterios de significatividad.

³⁵ Elena Barberá en su informe de investigación formativa dice:

“También parece que se atiende al apoyo explícito del diseño de OA, secuencias, reutilización... pero ¿qué pasa con el contexto? Sería el último punto quizás, no se si está muy desarrollado en el modelo, el contexto como tal me refiero, toda la parte situacional (marco institucional, por ejemplo, entre otros), no sólo de condiciones de aplicación.”

³⁶ Elena Barberá en su informe de investigación formativa dice:

“Por último si se ha de atender a la significatividad yo resaltaría las dos: lógica (contenido bien ordenado, secuenciado....) y la psicológica (más desde la perspectiva del que aprende, conocimientos previos y demás...).”

Referencias

- Alexander, C. (1977) *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*, Oxford University Press.
- Anderson, T. y Merrill, M. D. (1999) A design for standards-based knowledge components. Unpublished manuscript.
- Araujo, J.B. y Chadwick, C.B. (1988) *Tecnología educacional: teorías de la instrucción*. Paidós: Barcelona.
- Ausubel, D. P. (1968) *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Ausubel, D.P. (1976) *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*. (Trillas: México). (Ed. Orig: 1968, *Educational Psychology: A cognitive view*. (Holt, Rinehart y Winston: New York).
- Ausubel, D.P (1978) *Psicología educativa: un punto de vista cognitivo*. Ed. Trillas. México.
- Ausubel, D.P., Novak, J.D. y Hanesian, H. (1983) *Psicología de la educación*. Trillas, México.
- Beissner, K.L. y Reigeluth, C.M. (1994) A case study on course sequencing with multiple strands using the elaboration theory. *Performance Improvement Quarterly*, 7 (2), 38-61.
- Bergin, J. (2005) Fourteen pedagogical patterns. Consultado (26/03/2008) en: <http://csis.pace.edu/~bergin/PedPat1.3.html>
- Bloom, B., Hastings, T. y Madaus, G. (1971) *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill.
- Boyle T. et al. (2006) An agile method for developing learning objects. *Proceedings in Ascilite 2006*.
- Bruner, J. S. (1960) *The process of education*. New York: Random House.
- Bunderson, C. V. (2000) Design experiments, design science, and the philosophy of measured realism: Philosophical foundations of design experiments. Symposium session at the annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA.
- Bunderson, C. V., Martinez, M. y Wiley, D. (2000) Verification in a design experiment context: Validity argument as design process. Symposium session at the annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA. Available: <http://edumetrics.org/research/presentations/aera2000-wiley01.pdf>
- Bunderson, C. V., Newby, V. y Wiley, D. A. (2000.) Invariant scaling and domain theories: A new foundation for design experiments. (Manuscrito en preparación).
- Bunderson, C.V., Gibbons, A.S., Olsen, J.B. y Kearsley, G.P. (1981). Work models: Beyond instructional objectives. *Instructional Science*, 10, 205-215.
- Burton, R. R., Brown, J. S. y Fischer, G. (1984) Skiing as a model of instruction. In B. Rogoff y J. Lave (Eds.), *Everyday cognition: Its development in social context* (pp. 139-150). Cambridge MA: Harvard University Press.

- Carr, A.A. y Reigeluth, C.M. (1993) Community participation in systemic restructuring: Member selection procedures. *Educational Technology*, 33 (7), 36-46.
- Cole, M. (1991) Conclusion. En L. Resnick, J. Levine y S. Teasley (eds.) *Perspectives on socially shared cognition*. Washington, D.C. , American Psychological Association.
- Coll, C. (1987) *Psicología y currículum*. (Laia: Barcelona).
- Coll, C. (1989) *Diseño Curricular Base y Proyectos Curriculares*, Cuadernos de Pedagogía, 168, pp. 8-14.
- Coll, C. (1989) *Psicología y currículum*. Laia, Barcelona, 1989.
- Coll, C. (1990) *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Paidós, Barcelona, 1990. Cuadernos de pedagogía, números 139, 168, 170, 172, 174, 175, 177, 178, 180-193, Fontalba S.A., Barcelona.
- Coll, C. (1991) *Psicología y currículum* (Col. Papeles de Pedagogía). Barcelona: Paidós.
- Coll, C., Pozo, J., Sarabia, B. y Valls, E. (1994) *Los contenidos en la reforma*. Barcelona: Santillana-Aula XXI.
- Comisión de las Comunidades Europeas (2001) *Comunicación de la Comisión Al Consejo y al Parlamento Europeo. Plan de acción eLearning. Concebir la educación del futuro*. March, 2001. 172 Final.
- Cronbach, L. (1963) Evaluation for course improvement. *Teachers College Record*, 64, 672-683.
- Dahl, O. J. y Nygaard, K. (1966) SIMULA - An algol based simulation language. *Communications of the ACM*, 9 (9), p. 671-678.
- Danserau, D. (1985) Learning strategy research, en Segal, J., Chipman, S. Y Glaser, R (eds), *Thinking and learning skills*, vol. 1. Hilldale, New Jersey: L. Erlbaum.
- Del Carmen, L. M. (1989) *La elaboración de proyectos curriculaes de centro en el marco de un currículo de ciencias abierto*. Ponencia presentada al 111 Congreso Internacional sobre Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas, Santiago de Compostela, Septiembre 1989.
- Del Carmen, L.M. (1996) *El análisis y secuenciación de los contenidos educativos*. Horsori, Barcelona.
- Fisher W.P. y Wright, B.D. (eds) (1994) *Applications of Probabilistic Conjoint Measurement*. *International Journal of Educational Research*, 21(6):557-664.
- Gagné, R. M. & Fleishman, E. A. (1959) *Psychology and Human Performance: An Introduction to Psychology* Holt.
- Gagné, R. M. (1962) *Psychological Principles in System Development* Holt.
- Gagné, R. M. (1964) *Defining Educational Objectives* University of Pittsburgh Press.
- Gagné, R. M. (1965) *The Conditions of Learning* Holt, Rinehart and Winston
- Gagné, R. M. (1968) *Learning Research and School Subjects* F.E. Peacock.
- Gagné, R. (1970) *Las condiciones del aprendizaje*. Aguilar, Madrid.
- Gagné, R. M. (1971) *Las condiciones del aprendizaje*. Aguilar, Madrid.
- Gagné, R. M. (1975) *Essentials of Learning for Instruction*. Holt, Rinehart and Winston.
- Gagné, R. y Briggs, L. (1979) *Principles of instructional design*, 2nd edition. New York: Holt, Rinehart, Winston.
- Gagné, R., Briggs, L. y Wager, W. (1992) *Principles of instructional design* (4ª Ed.). Fort Worth, TX: HBJ College.

- Gagné, R.M. (1965) *The Conditions of Learning*, 2nd edition. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gagné, R.M. (1968) Learning hierarchies. *Educational Psychologist*, 6, 1-9.
- Gagné, R.M. y Briggs, L.J. (1976) *La planificación de la enseñanza*. Trillas: México.
- Gagné, R. M. y Reiser, R. A. (1983) *Selecting Media for Instruction* Educational Technology Publications.
- Gagné, R. M. (1985) *The Conditions of Learning* (4th Ed.). New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Gagné, R.M. y Briggs, L.J. (1986) *La planificación de la enseñanza*, 7ª ed. Trillas: México.
- Gagné, E. D. (1991) *La psicología cognitiva del aprendizaje escolar*". Aprendizaje-Visor. Madrid.
- Gagné, R.M., Briggs, L.J. y Wager, W.W. (1992) *Principles of Instructional Design* (4th ed.), New York: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Gibbons, A. S. y Fairweather, P. G. (1998) *Computer-based instruction: design and development*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Gibbons, A.S., Bunderson, C.V., Olsen, J.B. y Rogers, J. (1995) Work models: Still beyond instructional objectives. *Machine-Mediated Learning*, 5(3y4), 221-236.
- CETL (2007) What are Generative learning objects? Consultado (29/05/2008) en: <http://www.rlo-cetl.ac.uk/joomla>
- Greeno, J.G., Collins, A. y Resnick, L.B. (1996) Cognition and learning. In D.C. Berliner y R.C. Calfee (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (pp. 15-46). New York: Macmillan.
- Griffiths, D. Blat, J. Garcia, R. y Sayago, S. (2005) La aportación de IMS Learning Design a la creación de recursos pedagógicos reutilizables. *RED. Revista de Educación a Distancia*, número monográfico II.
- IMS Global Learning Consortium (2009) *Learning Design Specification*. Consultado en <http://www.imsglobal.org/learningdesign/> el 30/09/2009
- IEEE (2002). IEEE 1484.12.1-2002 15 July 2002. Draft Standard for Learning Object Metadata.
- Jones, M.K., Li, Z. y Merrill, M.D. (1990) Domain knowledge representation for instructional analysis. *Educational Technology*, 30(10), 7-32.
- Jones D. y Stewart S. (1999) The Case for Patterns in on-line learning. WebNet 99 World Conference on WWW and Internet Proceedings.
- Jones D., Stewart S., Power L. (1999) Patterns: using proven experience to develop online learning. Proceedings of ASCILITE'99 Consultado (22/04/08) en: <http://www.ascilite.org.au/conferences/brisbane99/papers/jonesstewart.pdf>
- Jones R. (2004) Designing adaptable learning resources with Learning Object Patterns. *JODI Volume 6*. Consultado (20/05/2008) en: <http://jodi.tamu.edu/Articles/vo6/io1/Jones/>
- Krantz, D.H., Luce R.D., Suppes P. y Tversky A. (eds) (1971) *Foundations of measurement*. Vol 1 (authors vary). New York: Academic Press.
- Krantz, D.H., Luce R.D., Suppes P. y Tversky A. (eds) (1989) *Foundations of measurement*. Vol. 2 (authors vary). New York: Academic Press.

- Krantz, D.H., Luce, R.D., Suppes P. y Tversky A. (eds) (1990) Foundations of measurement. Vol. 3 (authors vary). New York: Academic Press.
- L'Allier, J. J. (1997) Frame of Reference: NETg's Map to the Products, Their Structure and Core Beliefs. NetG. <http://www.netg.com/research/whitepapers/frameref.asp>
- Longmire, W. (2002) A primer on learning objects, online en: www.learningcircuits.org/mar2000/primer.html
- Mechner, F. (1967) Behavioral analysis and instructional sequencing. En P. Lange (Ed.) Programmed Instruction: 66th Yearbook of the National Society for the Study of Education, Part II. Chicago: University of Chicago Press.
- Merrill, M.D. (1983) Component display theory. In C. Reigeluth (ed.), Instructional design theories and models. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Merrill, M. D., Li, Z. y Jones, M. K. (1990) Second generation instructional design (ID2). Educational Technology, 30(2), 7-14.
- Merrill, M.D., Li, Z. y Jones, M. (1991) Instructional transaction theory: An introduction. Educational Technology, 31(6), 7-12.
- Merrill, M. D., Tennyson, R. D. y Posey, L. O. (1992) Teaching Concepts: An Instructional Design Guide. (2nd Ed.). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Merrill, M. D. y ID2 Research Team (1993) Instructional Transaction Theory: knowledge relationships among processes, entities, and activities. Educational Technology, 33 (4), 5-16.
- Merrill, M. D. (1994) Instructional Design Theory. Englewood Cliffs: Educational Technology Publications.
- Merrill, M. D. y ID2 Research Team (1996) Instructional Transaction Theory: Instructional Design based on Knowledge Objects. Educational Technology, 36 (3), 30-37.
- Merrill, M. D. (1998) Knowledge Objects. CBT Solutions, March/April issue, pp. 1, 6-11.
- Merrill, M. D. (1999) Instructional transaction theory (ITT): instructional design based on knowledge objects. In C. M. Reigeluth (Ed.). Instructional Design Theories and Models: Volume II A New Paradigm of Instructional Design. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Merrill, M. D. y Thompson, B. M. (1999) The IDXelerator: Learning-centered instructional design. In J. vd Akker, R.M. Branch, K. Gustafson, N.Nieveen y T. Plomp (Eds.), Design Approaches and Tools in Education and Training. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Merrill, M. D. (2000) Knowledge objects and mental models. En D.A. Wiley, The Instructional Use of Learning Objects. AECT.
- Merrill, P.F. (1976) Task analysis: An information processing approach. NSPI Journal, 15 (2), 7-11.
- Naugle, L. (1996) Formative research of the Reigeluth process model and an effort to initiate school restructuring. Unpublished dissertation, Indiana University Graduate School, Bloomington, IN.
- Nelson, L. M. (1998) Collaborative problem solving: An instructional theory for learning through small group interaction. Unpublished doctoral dissertation, Indiana University.
- Newman, D. (1990) Opportunities for research on the organizational impact of school computers. Educational Researcher, 19(3), 8-13.

- Novak, J.D. y Gowin, D.B. (1977) *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca, Barcelona.
- Novak, J.D. (1988) *Teoría y práctica de la educación*. Alianza Universidad, Madrid.
- Novak, J.D. (1990) Concept maps and Vee diagrams: two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science*, 19, 29-52.
- O'Shea, T. y Self, J. (1983) *Learning and Teaching with Computers*. Artificial Intelligence in Education. Prentice-Hall. USA.
- Onrubia, J. (2005) Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento. RED. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II.
- Paas, F.G.W.C. y van Merriënboer, J.J.G. (1992) An instructional design model for the training of complex cognitive skills. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 17, 17-27.
- and transfer of geometrical problem solving skills: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86, 122-133.
- Papert, S. (1980) *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, Basic Books, New York.
- Papert, S. (1981) *Desafío a la mente*. Computadoras y educación. Buenos Aires: Galápagos.
- Papert, S. (1982) Tomorrow's Classrooms?. *Times Educational Supplement* March 5, 1982, pp. 31-32,41.
- Papert, S. (1993) *The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1997) *La familia conectada*. Emecé, Abril.
- Papert, S. (1996) *The Connected Family: Bridging the Digital Generation Gap*. Longstreet Press.
- Perline, R., Wright, B.D. y Wainer, H. (1979) The Rasch model as additive conjoint measurement. *Applied Psychological Measurement*, 3(2), 237-55.
- Polsani, P.R. (2003) Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of Digital Information* 3(4). Article No. 164.
- Pozo, I. (1987) *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Aprendizaje/Visor: Madrid.
- Pozo, J. J. (1990) *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Morata, Madrid.
- Reigeluth, C.M., Bunderson, C.V. y Merrill, M.D. (1978). The structure of subject-matter content and its instructional design implications. *Instructional Science*, 7, 107-126.
- Reigeluth, C. M. (1979) In search of a better way to organize instruction: The elaboration theory. *Journal of Instructional Development*, 2 (3), 8-15.
- Reigeluth, C.M., Merrill, M.D., Wilson, B.G. y Spiller, R.T. (1980) The Elaboration Theory of Instruction: A model for structuring instruction. *Instructional Science*, 9 (3), 195-219.
- Reigeluth, C.M. y Rodgers, C.A. (1980) The Elaboration Theory of Instruction: Prescriptions for task analysis and design. *NSPI Journal*, 19 (1), 16-26. (Invited article).
- Reigeluth, C.M. y Darwazeh, A.N. (1982) The elaboration theory's procedure for designing instruction: A conceptual approach. *Journal of Instructional Development*, 5 (3), 22-32.

- Reigeluth, C.M. (1983) Instructional design: What is it and why is it? In C.M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-Design Theories and Models: An Overview of their Current Status*. Hillsdale, N.J: Erlbaum Associates.
- Reigeluth, C.M. (1983) The integration of task analysis and instructional design. *Journal of Instructional Development*, 6 (4), 24-30.
- Reigeluth, C.M. y Stein, F.S. (1983) The elaboration theory of instruction. In C.M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-Design Theories and Models: An Overview of their Current Status*. Hillsdale, N.J: Erlbaum Associates.
- Reigeluth, C.M. y Merrill, M.D. (1984) *Extended Task Analysis Procedure: User's Manual*. Lanham, MD: University Press of America.
- Reigeluth, C. (1987) Lesson blueprints based upon the elaboration theory of instruction. In C. Reigeluth (ed.), *Instructional Design Theories in Action*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Reigeluth, C.M. (1987) The search for meaningful reform: A third-wave educational system. *Journal of Instructional Development*, 10 (4), 3-14.
- Reigeluth, C.M. (1989) Educational technology at the crossroads: New mind sets and new directions. *Educational Technology Research y Development*, 37 (1), 67-80.
- Reigeluth, C.M. (1991) Impressions of NASDC's design conference for inventing a new generation of American schools. *Educational Technology*, 31 (10), 8-10.
- Reigeluth, C. (1992) Elaborating the elaboration theory. *Educational Technology Research y Development*, 40(3), 80-86.
- Reigeluth, C.M. (1992) Educational systems design. (Translated by Tsuey-Jen Wu y Tsa-Kang Chu.) *Instructional Technology y Media*, 3(6), 9-21.
- Reigeluth, C.M. (1992) The imperative for systemic change. *Educational Technology*, 32 (11), 9-13.
- Reigeluth, C.M. y Garfinkle, R.J. (1992) Envisioning a new system of education. *Educational Technology*, 32 (11), 17-23.
- Reigeluth, C.M., Anelli, J.M. y Otto, S.L. (1992) Technology and school restructuring. *The Electronic School*, 11-12.
- Reigeluth, C.M. y Kim, Y. (1993) Recent advances in task analysis and sequencing. Paper presented at the NSPI national conference, Chicago, IL.
- Reigeluth, C.M., Banathy, B.H. y Olson, J.R. (Eds.) (1993) *Comprehensive Systems Design: A New Educational Technology*. New York: Springer-Verlag.
- Reigeluth, C.M. (1993) Principles of educational systems design. *International Journal of Educational Research*, 19 (2), 117-131.
- Reigeluth, C.M. y Garfinkle, R.J. (Eds.) (1994) *Systemic Restructuring in Education*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Reigeluth, C.M. y Rowland, G. (1994) Task analysis. In T. Husen y T.N. Postlethwaite (Eds.), *International Encyclopedia of Education*. (2nd ed.), Elmsford, NY: Pergamon Press.
- Reigeluth, C.M. (1995) A conversation on guidelines for the process of facilitating systemic change in education. *Systems Practice*, 8 (3), 315-328.
- Reigeluth, C.M. (1995) Educational systems development and its relationship to ISD. In G. Anglin (Ed.), *Instructional Technology: Past, Present, and Future* (2nd ed.). Englewood, CO: Libraries Unlimited.

- Reigeluth, C.M. y Kim, Y. (1995) Rapid prototyping for task analysis and sequencing with the simplifying conditions method. Paper presented at the annual meeting of the Association for Educational Communications and Technology (session #520).
- Reigeluth, C.M. (1996) A new paradigm of ISD? *Educational Technology*, 36 (3), 13-20.
- Reigeluth, C.M. y Nelson, L.M. (1997) A new paradigm of ISD? In R. C. Branch y B. B. Minor (Eds.), *Educational media and technology yearbook* (Vol. 22, pp. 24-35). Englewood, CO: Libraries Unlimited.
- Reigeluth, C.M. (1997) Instructional theory, practitioner needs, and new directions: Some reflections. *Educational Technology*, 37 (1), 42-47.
- Reigeluth, C.M. (1997) Educational standards: To standardize or to customize learning? *Phi Delta Kappan*, 79 (3), 202-206.
- Reigeluth, C.M. y Avers, D. (1997) Educational technologists, chameleons, and systemic thinking. *Educational Media and Technology Yearbook*.
- Reigeluth, C.M. (1998) Types of Sequencing Strategies. Capítulo 2 —Basics of Scope and Sequence— (p.2-6 a 2-8) Scope and Sequence Decisions for Quality Instruction. Printed by The School Restructuring Consortium. School of Education, Room 2276. Indiana University. Bloomington, IN 47405
- Reigeluth, C.M. y Squire, K. (1998) Emerging work on the new paradigm of instructional theories. *Educational Technology*, 38(4), 41-47.
- Reigeluth, C.M., Pershing, J.A. y Park, S.H. (1998) A new paradigm for corporate training. *Strategic Human Resource Development Review*, 1 (2), 5-50.
- Reigeluth, C. M. y Frick, T. W. (1999) Formative research: A methodology for creating and improving design theories. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*. (pp. 5-29). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Reigeluth, C.M. (Ed.) (1999) *Instructional-Design Theories and Models, Volume II: A New Paradigm of Instructional Theory*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc.
- Reigeluth, C.M. (1999a) The elaboration theory: Guidance for Scope and Sequences Decisions. In R. M. Reigeluth, (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory, Volume II*, pp. 425-454. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Reigeluth, C.M. (1999b) What is instructional design theory and how is it changing? In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*. (pp. 5-29). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Reigeluth, C. M. (2007) In order to learn: How the sequence of topics influence learning. Ritter, F. E., Nerb, J., Lehtinen, E., O'Shea, T. M. (Eds.) New York: Oxford University Press.
- Reigeluth, C. M. (2008) Incomplete manuscript of a book on sequencing.
- Resnick, L.B. y Ford, W.W. (1980) The analysis of tasks for instruction: An information-processing approach. In T.A. Brigham and A.C. Catania (Eds.), *Social and Instructional Processes: Foundations and Applications of a Behavioral Analysis*. New York: Irvington Publishers.
- Richey, R. C. (1986) *The theoretical and conceptual bases of instructional design*. London: Kogan Page.
- Ritter, F. E., Nerb, J., Lehtinen, E., O'Shea, T. M. (Eds.) (2007) *In order to learn: How the sequence of topics influence learning*. New York: Oxford University Press.

- Rodríguez-Roselló, L. (1986) Logo: Un lenguaje de ordenador para la enseñanza. En J. Laborda (Ed.), *Informática y Educación*. Barcelona: Laia, 57-74.
- Rodríguez-Roselló, L (1988) Material de formación del profesorado del Proyecto Atenea. MEC-PNTIC. Madrid.
- Romiszowski, A. (1988) Personal communication at AECT national conference in Dallas, TX. (Cit. by Reigeluth, C. M. y Frick, T. W., 1999)
- Rosenberg, M. J. (2001) E-learning strategies for delivering knowledge in the digital age. Estados Unidos: Mc Graw Hill
- Rowland, G. (1992) What do instructional designers actually do? An initial investigation
- Royce, W.W. (1970) Managing the development of large software systems: Concepts and techniques. Proceedings of the Nineteenth Annual IEEE WESCON Convention.
- Ruipérez, G. (2003) Educación virtual y eLearning. Biblioteca. Fundación AUNA. Madrid. (p.105)
- Rummelhart, D.E. y Ortony, A. (1977) The representation of knowledge in memory. In R.C. Anderson, R.J. Spiro y W.W. Montague (Eds.), *Schooling and the Acquisition of Knowledge*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- S.E.C.C. (1989) El currículo escolar: qué es, qué pretende, de qué consta y cómo se aplica. Publicaciones del Secretariado de la Escuela Cristiana, Barcelona.
- S.E.C.C. (1990a) La LOGSE: lo que dice y lo que no dice. Publicaciones del Secretariado de la Escuela Cristiana, Barcelona.
- S.E.C.C. (1990b) La LOGSE: qué pretende y cómo incidirá en la acción educativa. Publicaciones del Secretariado de la Escuela Cristiana, Barcelona.
- Sack, W., Soloway, E. y Weingrad, P. (1994) Re-writing cartesian student models. In J. E. Greer y G. I. McCalla (Eds.), *Student modelling: The key to individualized knowledge-based instruction*. (NATO ASI Series ed., Vol. 125, pp. 355-376). Berlin: Springer-Verlag.
- Salinas, J. (1998) Archivos de EDUTEC. Servicio de listas de discusión de RedIris (Red Académica de España). Consultado en <http://listserv.rediris.es/archives/edutec-l.html> el 11/08/2008 10:25:48
- Salisbury, D.F., Reigeluth, C.M. y Soulier, J.S. (1994) A professional development program in educational systems design. *Educational Technology*, 34 (1), 73-80.
- Schank, R. C., Berman, T. R. y Macpherson, K. A. (1999) Learning by doing. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*. (pp. 161-181). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Scriven, M. (1967) The methodology of evaluation. In *AERA Monograph Series on Curriculum Evaluation*, No. 1 (pp. 39-89). Chicago: Rand McNally.
- Shute, V. J. y Psotka, J. (1994) Intelligent tutoring systems: past, present, and future. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 570-600). Scholastics Publications.
- Sicilia, M. A. y García, E. (2003) On the concepts of usability and reusability of learning objects, *International Review of Research in Open and Distance Learning* 4(2).
- Skinner, B. F. (1958) Teaching machines. *Science*, 128, 969-77.
- Snow, R. E. (1971) Theory construction for research on teaching. In R. M. W. Travers (Ed.), *Second handbook of research on teaching*. Chicago: Rand McNally.

- Solé, J.R. (2007) Proyecto y ejecución de la estructura de la torre Agbar.
<http://www.plataformaarquitectura.cl/2008/06/17/todo-sobre-la-construccion-de-la-torre-agbar/> Consultado 13/09/2009 11:03:14
- Strong-Krause, D. (2000) Developing theory-anchored, sample and task-set
- Sweller, J. (1988) Cognitive load during problem solving: effects on learning. *Cognitive Science*, vol. 12, 257-285.
- Thiagarajan, S., Semmel, M.I. y Semmel, D.S. (1974) *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Minneapolis, MN: Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota.
- van Merriënboer, J. J. G. y De Croock, M. B. M. (1992) Strategies for computer-based programming instruction: Program completion versus program generation. *Journal of Educational Computing Research*, 8, 365-394.
- van Merriënboer, J. J. G. (1990) *Teaching introductory computer programming: A perspective from instructional technology*. Enschede, The Netherlands: Bijlstra y van Merriënboer.
- van Merriënboer, J. J. G., Jelsma, O., Paas, F.G.W.C. (1992) Training for reflective expertise: A four-component instructional design model for complex cognitive skills. *Educational Technology Research and Development*, 40(2), pp. 23-43.
- van Merriënboer, J. J. G. y Dijkstra, S. (1996) The four-component design instructional design model for training complex cognitive skills. In R.D. Tennyson, F. Schott, N. Seel, and S. Dijkstra, (Eds), *Instructional design: international perspectives*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- van Merriënboer, J. J. G. (1997) *Training complex cognitive skills: A four-component instructional design model for technical training*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications. <http://about.webct.com/company/index.html>
- Van Patten, J., Chao, C. y Reigeluth, C.M. (1986) A review of strategies for sequencing and synthesizing instruction. *Review of Educational Research*, 56 (4), 437-471.
- Wiley, D. A., South, J. B., Bassett, J., Nelson, L. M., Seawright, L. L., Peterson, T. y Monson, D. W. (1999) Three common properties of efficient online instructional support systems. *The ALN Magazine*, 3(2), [On-line]. Consultado en: http://www.aln.org/alnweb/magazine/Vol3_issue2/wiley.htm
- Wiley, D. A. (1999) The post-LEGO learning object. Retrieved from the Internet on December 1, 2003 from <http://wiley.ed.usu.edu/docs/post-lego.pdf>
- Wiley, D. A. (2000). *Learning object design and sequencing theory*. Unpublished Doctoral Dissertation, Brigham Young University, Provo, UT. Consultado en: <http://davidwiley.com/papers/dissertation/dissertation.pdf> y en <http://www.opencontent.org/docs/dissertation.pdf> (Consultado 18/07/2008 13:00).
- Wiley, D. A. (2000) An introduction to learning objects. In D. A. Wiley (Ed.), *The instructional use of learning objects*. Bloomington, IN: Association for Educational Communications and Technology.
- Wiley, D. A. (2001) *The Instructional Use of Learning Objects*. Association for Educational Communications and Technology, Bloomington.
- Wiley, D. A. (2002a) CAREER Grant - A mediated action study of learning object use in online learning communities. Retrieved from the Internet on December 1, 2003 from <http://wiley.ed.usu.edu/docs/career.pdf>

- Wiley, David. A. (2002b) Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, a Metaphor, and a Taxonomy. The Instructional Use of Learning Objects. Bloomington, IN: Agency for Instructional Technology.
- Wiley, D. A. (2002c). Learning objects -- a definition. In A. Kovalchick y K. Dawson (Eds.), Educational Technology: An Encyclopedia. Santa Barbara: ABC-CLIO.
- Wiley, D. A. (2002d) Learning objects need instructional design theory. In A. Rossett (Ed.), The 2001/2002 ASTD Distance Learning Yearbook. New York: McGraw-Hill.
- Wiley, D.A. (2005) The Instructional Use of Learning Objects. Consultado (5/04/2008) en: <http://www.reusability.org/read/>
- Wiley, David (2006) RIP-ping on Learning Objects.
<http://opencontent.org/blog/archives/230>. Revisado el 29 de marzo de 2006.
- Wilson, B. y Cole, P. (1992) A critical review of elaboration theory. Educational Technology Research and Development, 40(3), 63-79.
- Wilson, E. O. (1998) Consilience: The Unity of Knowledge. New York: Alfred A. Knopf.
- Lawless, K., Mills, R., Drake, L., and Merrill, M. D. (1998). The role of learner control for learning procedures. Paper presented at 1998 Annual Meetings of American Educational Research Association, San Diego.
- Wright, B.D. (1984) Despair and hope for educational measurement. Contemporary Education Review, 3(1):281-8.
- Wright, B.D. (1985) Additivity in psychological measurement. In: Measurement and personality assessment, edited by Roskam E. North Holland: Elsevier Science.
- Zabala, A. (1999) Enfoque globalizador y pensamiento complejo. Una respuesta para la comprensión e intervención en la realidad. Grao. Barcelona.
- Zabala, A. (1998) La práctica educativa. Como enseñar, Barcelona: Graó.
- Zabala, A. (1993) Los ámbitos de la intervención en la educación infantil y el enfoque globalizador en Aula de innovación pedagógica No.1, Barcelona: Graó
- Zabala, A. (1989) El enfoque globalizador. Cuadernos de Pedagogía nº 168.
- Zabalza, M.A. (1987) Diseño y desarrollo curricular. Narcea, Madrid.
- Zapata, M. (1997) Redes telemáticas: educación a distancia y educación cooperativa. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 8, p. 57-79.
- Zapata, M. (2003a) Evaluación de un Sistema de Gestión del Aprendizaje. RED. Revista de Educación a Distancia, núm. 9.
- Zapata, M. (2004) Content Sequencing and Learning Objects. SPDECE 2004 Design, Evaluation and Description of Reusable Learning Contents. Actas del primer Simposio pluridisciplinar sobre diseño, evaluación y descripción de contenidos didácticos reutilizables SPDECE 2004.
- Zapata, M. (2005) Secuenciación de contenidos y objetos de aprendizaje. RED. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II.
- Zapata, M. y Lizenberg, N. (2006) Sequencing of contents and learning objects – part III. Secuenciación de contenidos y objetos de aprendizaje (III). RED. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II.
- Zapata, M. (2006) ¿Han muerto los objetos de aprendizaje?. RED. Revista de Educación a Distancia, número 14.

ANEXO 1.- Investigación formativa

En este anexo ofrecemos una reseña de la actividad profesional y académica de los evaluadores así como la correspondencia mantenida en relación con la investigación formativa de esta tesis, y los informes elaborados.

Expertos en diseño instruccional

Charles Reigeluth

Actualmente se le considera máxima autoridad mundial sobre diseño de instrucción, teorías y modelos, teorías, métodos y modelos de secuenciación de contenidos, autor de las distintas versiones de la Teoría de la Elaboración, y autor con máxima producción y más reconocido sobre teorías y modelos instruccionales, y en adición sobre investigación formativa.

Es profesor en el Departamento de Tecnología de Sistemas de Instrucción en la Universidad de Indiana desde 1988, y fue presidente del departamento de 1990-1992. Ha sido consultor para el cambio de sistema educativo estatal y para las agencias de educación locales, y como consultor de diseño instruccional para la empresa, la salud, públicas y las instituciones de educación superior.

Entre los temas preferentes de Reigeluth están el rediseño de los sistemas educativos de alta calidad y diseño de recursos de aprendizaje. Ha publicado ocho libros, 38 capítulos, y alrededor de 78 artículos sobre estos temas, y ha producido varios programas de software educativo. Ha desarrollado la visión de un nuevo sistema educativo para satisfacer mejor las necesidades de los alumnos en la sociedad de la información del siglo 21, y ha desarrollado y perfeccionado las directrices para el proceso de cambio educativo con objeto de ayudar a las partes interesadas a que se logren las modificaciones más adecuadas para cada comunidad.

Dos de sus libros han recibido el premio "Libro excelente del año" otorgado por la Asociación para la Educación de Comunicaciones y Tecnología. También recibió el Premio de Servicio Distinguido de la AECT (Asociación para la Educación en Comunicaciones y Tecnología) en 2001 y premiado el Premio Antiguos Alumnos de la Universidad Brigham Young 's Escuela de Educación en 2002.

Reigeluth fue cofundador de la División para el cambio sistémico en la Educación en la AECT (Asociación para la Educación en Comunicaciones y Tecnología). Fundó el Consorcio para la Reforma de la Escuela y el Servicio de Apoyo para la Reforma de la Universidad de Indiana.

Documento original con la evaluación formativa

----- Mensaje original -----

Asunto:Re: Tesis. Investigacion formativa

Fecha:Sun, 8 Mar 2009 22:03:13 -0400

De:Reigeluth, Charles M. <reigelut@indiana.edu>

Para:Miguel Zapata Ros <mzapata@um.es>

Miguel,

In looking over your table of contents, I have a few comments to offer you.

First, I see you are reviewing LMS. Attached is an article on LMS that you might find helpful.

Second, under 2.6, there is no 2.6.1 or 2.6.2. Also, for 2.6.3, it appears you are talking about the procedural sequence, which is the order that steps are performed. Then you talk about the Conceptual and Theoretical Elaboration Sequences, but you do not mention the SCM (Simplifying Conditions Method) sequence, which the Elaboration Theory offers for procedural tasks, as well as for heuristic tasks. I think you ought to review the SCM sequence. And if you review the procedural sequence, you ought to review the hierarchical sequence.

One other work you may find helpful is a chapter in my Volume III of *Instructional-Design Theories and Models*. It is about Domain Theory, which it looks like you may address in 3.2.3, but I am not sure, so I am sending the chapter to you.

One final comment is about the name of your model. I think it is too complex, and the English phrasing is not good. I assume that it is the model that is simplified and adaptive, right? A model is always a simplification of reality, so I would delete that word. Then the English title might be something like: "Adaptive Model for Designing and Sequencing Learning Objects" (AMoDeSLO) or "Adaptive Model for Learning Object Design and Sequencing" (AMLODAS). And in the Spanish version of your title "Secuenciacion" seems unrelated to "Objetos de Aprendizaje". Perhaps it should be "Modelo Adaptivo de Diseno y Secuenciacion de objetos de Aprendizaje".

I hope this helps.

Charles

Elena Barberá Gregori

Es Doctora en Psicología, y en la actualidad trabaja como profesora de los Estudios de Psicología y Educación en la Universitat Oberta de Catalunya en Barcelona y como profesora adjunta en la Nova Southeastern University de Florida (EEUU).

Su actividad de investigación está especializada en el ámbito de la psicología de la educación, concretamente, con relación a procesos de construcción del conocimiento e interacción educativa en entornos e-learning, la evaluación de la calidad educativa y evaluación de los aprendizajes, la

educación a distancia con soporte de TIC y las estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Dirige el grupo de investigación EDUS (Educación a Distancia Universitaria y eScolar) que pertenece al Internet Interdisciplinary Institute (IN3) con el que participa en diversos proyectos nacionales e internacionales relacionados con el aprendizaje electrónico y con la evaluación de los alumnos.

Recientemente ha sido nombrada directora de investigación del nuevo Centro Internacional de Investigación e Innovación en e-learning de la UOC.

Documento original con la evaluación formativa

----- Mensaje original -----

Asunto:RE: Re: Cómo va

Fecha:Tue, 07 Apr 2009 15:55:59 +0200

De:Elena Barbera Gregori <ebarbera@uoc.edu>

Para:mzapata@um.es <mzapata@um.es>

Hola Miguel,

te hago algunos comentarios al respecto de tu trabajo después de una primera lectura, (...).

En primer lugar comentarte que me ha parecido de mucho interés el abordar este tema desde un punto de vista multidimensional y adaptativo teniendo en cuenta tanto el DI como el DOA. También es de resaltar y agradecer la dirección que toma el modelo SAM en relación a los enfoques instruccionales, atendiendo su variedad y complejidad.

Otro valor que encuentro es la predicción de la eficacia como conjunto que supone atender a cuestiones relacionadas con valores (la parsinomia está muy bien, muy útil, válida y actual), diferentes situaciones (no sé hasta que punto cambiantes, no reconozco el margen que tiene de adaptabilidad, sí en general pero no una vez las condiciones cambien en una misma secuencia didáctica como sucede en un entorno educativo), enfoques y métodos y también predicción de la eficacia de cada componente del modelo. Esto me parece que le da mucho juego.

También queda muy claro y es muy coherente que no existe un proceso óptimo y ello le da más fuerza al modelo y a sus características. Existe un buen proceso de revisión y síntesis de las teorías existentes (pág 5 simplificado) pero la taxonomía de los métodos no me queda nada clara (5,6). ¿Se trata de una verdadera taxonomía? ¿Ha de serlo? ¿Cuál sería la jerarquía existente?

También parece que se atiende al apoyo explícito del diseño de OA, secuencias, reutilización...pero que pasa con el contexto? Sería el último punto quizás, no se si está muy desarrollado en el modelo, el contexto como tal me refiero, toda la parte situacional (marco institucional, por ejemplo, entre otros), no sólo de condiciones de aplicación.

Por último si se ha de atender a la significatividad yo resaltaría las dos: lógica (contenido bien ordenado, secuenciado....) y la psicológica (más desde la perspectiva del que aprende, conocimientos previos y demás...).

(...)

Hasta

pronto,

Elena

Carlos Marcelo. Se puede considerar incluido en ambos apartados, como experto en diseño instruccional y como expertos en gestión de recursos y de servicios de formación, por tanto veremos su re visión al final.

Expertos en gestión de recursos y de servicios de formación en redes.

Wolfram Laaser

Es Coordinador de las secciones didácticas y director académico (Akademischer Direktor) al Centro para el Desarrollo de Educación a Distancia (a partir de 09/2005 Centro para Media y TIC) de la FernUniversität Hagen (Universidad de Hagen) Alemania.

Profesor Asociado Temporal de las Universidades de Francfort y de Paderborn, Alemania

Autor en el Programa Máster en Enseñanza y Aprendizaje Abiertos y a Distancia, UNED, España (2004/2005)

Autor en el Programa IMPDET (International Multidisciplinary PhD Studies in Educational Technology) Universidad de Joensuu (Finlandia)

Miembro del consejo asesor de la Maestria en Procesos Educativos Mediados por Tecnología, Universidad Nacional de Cordoba, Argentina.

Documento original con la evaluación formativa

Lo que sigue es el texto integro del informe enviado como adjunto al mensaje privado de encabezamiento:

----- Mensaje original -----

Asunto:AW: AW: Tesis. Investigación formativa.

Fecha:Tue, 10 Mar 2009 10:35:39 +0100

De:Wolfram Laaser <Wolfram.Laaser@FernUni-Hagen.de>

Para:Miguel Zapata Ros <mzapata@um.es>

Referenci<49A1BD12.70100@um.es>

as:<37B197621EE73C41AE29E418B2259A7346CAEF@LEMURIA.bueroko
mmunikation.fernuni-hagen.de> <49A2EDD3.4080203@um.es>

Texto del informe de la evaluación formativa del Dr. Laaser:

W. Laaser

Informe

El autor elabora

- *un Modelo Simplificado y Adaptivo de Diseño de Objetos de Aprendizaje y Secuenciación*
- *lo aplica a un caso (programación lineal)*
- *quiere obtener un código como aplicación en contextos reales de LMSs*
- *hará una evaluación y validación*

En las primeras páginas del capítulo 4 expone la metodología en 15 puntos diferentes. Después está discutiendo valores y objetivos de la teoría y finalmente presenta los elementos de su teoría de aprendizaje. Dice que está creando una nueva taxonomía. Lo que para mí sería más adecuado es que, en vez de llamar al enfoque “teoría de aprendizaje”, le denominase mejor un “esquema descriptivo”, para ampliar características contextuales de objetos de aprendizaje.

Su crítica de las clasificaciones de Wiley como puramente conceptuales vale. Además las categorías en la pagina 15 son confusas como destaca con razón el autor. La tablas en las páginas 18 y 20 necesitan más comentarios y ejemplificación con ejemplos concretos. Los ejemplos dados no quedan muy claros.

Entiendo que el autor diferencia en

Objetos simples singulares, no modificables

Objetos que permitan interacción por parte del usuario

La “guía didáctica” (término poco exacto) lo entiendo como una descripción junto con el objeto mismo que describe cómo usar el objeto de aprendizaje (básicamente información textual o de audio)

La ultima categoría “Objeto de aprendizaje instruccional generativo” queda para mí bastante poco clara. Un ejecutable también es un Java Applet simple. Si algo es “ejecutable” no es categoría didáctica ni de la informática (pág. 24).

Después del tipo de objeto va la clasificación según sus características como número, reusabilidad, función habitual....Estas características son una mezcla de criterios muy diversos. ¿Para qué sirve el número de elementos combinados, para qué importa la parametrización, etc.?

El esquema en la pagina 27 para mí es difícil para interpretar. El problema de la programación lineal se compone del planteamiento al mismo nivel como el de la

resolución o del significado. Para mí el mapa conceptual resulta difícil de interpretar. Tal vez se debería discutirla con un profesor de matemática.

El autor vuelve a discutir teorías de contextualización de objetos de aprendizaje y finalmente ejemplifica la clasificación completa con el ejemplo de la programación lineal. Con el esquema tengo dos observaciones. La solución del problema no necesariamente es solamente una en un vértice. Pág. 51 arriba se debe decir conjunto de “soluciones posibles”. También creo que la interpretación del modelo matemático no necesariamente implica su interpretación como maximización de ganancias. Esto es una interpretación particular.

¿El ejemplo de la programación de Isabel Martín es una concretización de la forma como LODASSAM describe objetos de aprendizaje? Si es así, ésta es ciertamente una forma muy útil de dar informaciones suplementarias para el usuario.

De mis experiencias profesionales hasta la fecha los profesores universitarios no están acostumbrados a usar repositorios de objetos de aprendizaje. Las descripciones de LODASSAM puedan ayudar en la búsqueda de objetos de aprendizaje y ver directamente el contexto de los objetos encontrados. Así LODASSAM puede dar un apoyo interesante para facilitar la secuenciación de diferentes objetos encontrados. Sin embargo, según mi opinión, las secuencias de objetos de aprendizaje en forma automatizada no funcionan sin una adaptación de los mismos de uno a otro y al contexto del uso concreto. Por ejemplo en problemas económicos o matemáticos el uso y la interpretación de los símbolos. Así es crucial que los objetos de aprendizaje permitan realmente la modificación fácil por parte del usuario. Lo que resulta por ejemplo bien complicado solo alterando los símbolos de un Java Aplet. Esta función de adaptación simple en la mayoría de los objetos de aprendizaje es inexistente.

En Hagen, a 21 de abril de 2009.

Mark Bullen

Es el Decano Adjunto del Centro de Enseñanza y Aprendizaje en el Instituto de Tecnología British Columbia (BCIT) en Vancouver, Canadá. Es responsable principalmente de las áreas de desarrollo de currículum e instrucción, investigación educativa e innovación.

Antes de unirse a BCIT en 2005, el Dr. Bullen fue el Director del Centro para la Administración y Planeamiento del E-learning (MAPLE) en la Universidad de British Columbia (UBC) donde inició, administró y condujo la investigación sobre e-learning. Los proyectos de investigación en MAPLE se centraron en planificación y administración institucional, y en políticas e impactos sociales y educativos del e-learning.

Antes de unirse a MAPLE, fue Director Adjunto y en Ejercicio del departamento de Tecnología y Educación a Distancia en la UBC.

Tiene una extensa experiencia internacional como consultor en relación al desarrollo de cursos en línea y al planeamiento y administración del e-learning. Realizó talleres sobre desarrollo y dictado de instrucción en línea, y sobre planificación y administración de e-learning en México, Malasia,

Taiwán, Bután, Croacia, y Canadá. Ha sido consultor en proyectos de educación a distancia en Mongolia, Indonesia y Bután.

Es profesor adunto en el Máster en Educación Tecnológica en la UBC y en el Máster en Educación a Distancia en la Universidad de Athabasca.

Es también el editor del Journal of Distance Education (<http://www.jofde.ca>)

Sus títulos de grado son: PhD en Educación de Adultos (1997), Master en Psicología Educacional (1989). y Bachelor of Education (1982) de la Universidad de British Columbia. También posee una Diplomatura de Tecnología en Periodismo de Radio y Televisión (1977) del BCIT.

Documento original con la evaluación formativa

----- Mensaje original -----

Asunto:Re: Tesis. Investigación formativa

Fecha:Tue, 6 Oct 2009 09:20:45 -0700

De:Mark Bullen <Mark_Bullen@bcit.ca>

Para:miguelz@um.es

Hello Miguel:

(...)

From what I can tell, what you are proposing has a sound theoretical basis and you appear to have taken into account the practical issues of how such a model might be applied.

I have to confess, however, that learning objects and what I call the informatics of instructional design is not an area in which I consider myself an expert. As well, I have always been a bit skeptical of the learning objects movement – the notion that learning can be modularized to the point that all learning can be designed by assembling various learning objects – so I am a bit uncertain about the practical application of your proposed model. Despite this I think your work makes a significant contribution to the thinking in this area and you appear to have been quite thorough in ensuring your model is theoretically sound.

Mark.

Mark Bullen

Associate Dean, Curriculum, Instructor Development y Research
Learning y Teaching Centre
British Columbia Institute of Technology
3700 Willingdon Ave.
Burnaby, BC, CANADA, V5G 3H2

Begoña Gros

Begoña Gros es directora del eLearn Center, el primer centro de innovación e investigación en aprendizaje virtual (e-learning) del Estado español y uno de los pocos que existen en Europa. El centro se especializa en el análisis del uso de las tecnologías para el aprendizaje y la formación, con una

atención especial a la educación superior y la formación continua. El objetivo es convertir a la UOC en un referente internacional en investigación e innovación en e-learning a partir de su propia experiencia y contribuir a la innovación, la investigación, la formación especializada y la difusión en este campo.

Begoña Gros es además Vicerrectora de Innovación de la UOC.

Doctora en Pedagogía. Es profesora titular de la Universidad de Barcelona desde 1988. Tiene la acreditación de Investigación Avanzada por el AQU (2004). En los últimos años ha sido responsable de Investigación en la División de Ciencias de la Educación (2001-2003) y jefa de Investigación del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Barcelona (2004-2007).

Ha participado en varios proyectos de investigación e innovación a nivel estatal (Programa I+D del Ministerio de Educación y Ciencia, MQD de la Generalitat de Cataluña, etc.) e internacional (Vº Programa Marco, Programa *E-learning*, Minerva). Participa en varios comités científicos de revistas de ámbito nacional e internacional (*Internacional Journal of Web based Communities*, *Educational Research and Development*, etc.). Ha publicado varios trabajos sobre el diseño de entornos de aprendizaje virtuales y sobre materiales para la docencia universitaria.

Actualmente es la investigadora principal del grupo de investigación consolidado de la Generalitat de Cataluña "Entornos y materiales para el aprendizaje (EMA)". Su especialización se orienta al estudio de la integración de las tecnologías de la información y la comunicación en la formación y el aprendizaje.

Documento original con la evaluación formativa

INFORME A LA PROPUESTA DE TESIS DOCTORAL DE MIGUEL ZAPATA ROS

Begoña Gros

En mi opinión, el objetivo de la realización del modelo propuesto es muy interesante y también necesario ya que plantea superar limitaciones importantes de los principales modelos de diseño instruccional. Fundamentalmente el problema de la secuenciación de los contenidos.

También me parece fundamental abordar el tema desde la perspectiva de la estructuración de metadatos porque los metadatos utilizados en la actualidad recogen poca información sobre el diseño instruccional y este es un aspecto básico a superar.

Entiendo que en la propuesta se está estableciendo una diferenciación entre el objeto en sí y el método instruccional y este es uno de los aspectos que considero más relevante del planteamiento propuesto.

Es acertado el cambio de nombre hacia SAM (simplified and adaptive model) ya que LODASAM resulta difícil también cuando se está leyendo el texto.

A continuación expondré algunos aspectos que no me han quedado claro en el capítulo dedicado a la descripción del modelo simplificado.

No me queda claro que la definición de los objetos de aprendizaje actual se realice en oposición a su uso en la gestión de conocimiento. Creo que efectivamente una cosa es la definición del concepto “objeto de aprendizaje” que es usada de forma muy general para cualquier tipo de recurso existente en formato digital y, otra cosa diferente, es el tema del etiquetaje y gestión de los objetos.

Cuando se habla de los tipos de contenidos se mezclan una serie de teorías que, en mi opinión, no abordan las mismas tipologías. Por ejemplo, en la teoría de Reigeluth se aborda hechos, conceptos, habilidades y actitudes. Y, en el planteamiento de Merriënboer también aunque siempre en el ámbito de problemas complejos. La secuenciación en la teoría de Merriënboer es un aspecto también muy importante y bien trabajado a partir de la investigación sobre secuencia de tareas. Sugiero que tener en cuenta esta aproximación si que podría ayudar en la investigación.

El cuadro en el que se describen las diferencias entre los objetos de aprendizaje propuesto es muy interesante e ilustrativo. El único concepto que no me resulta claro es el denominado “función habitual”, es posible que sea el término utilizado porque no está descrito en relación al tipo de objeto tal y como sucede en el resto.

El cómo se efectuara la secuenciación de los contenidos en función del usuario es algo que no me queda claro como está resuelto en la propuesta teórica.

Dado que es un modelo teórico a partir de la síntesis de otras teorías será necesario aplicarlo para contrastar la propuesta. Entiendo que esa es la idea de la tesis.

Carlos Marcelo

Es Catedrático de Universidad , Area de Conocimiento y Departamento de Didáctica y Organización Escolar, en la Universidad de Sevilla.

Es director del Master en E-learning: *Nuevas tecnologías para el aprendizaje a través de Internet*. Es director del Grupo de Investigación IDEA, director del Proyecto Prometeo. Ha investigado y publicado libros y artículos sobre la formación de profesores y los procesos de aprender a enseñar. Ha realizado estudios y publicaciones en relación con los procesos de interacción didáctica en los ambientes virtuales de aprendizaje.

Respuesta a la evaluación formativa

----- Mensaje original -----

Asunto:Re: Tesis. Investigación formativa.

Fecha:Sun, 27 Sep 2009 17:30:09 +0200

De:<marcelo@us.es>

Para:Miguel Zapata Ros <mzapata@um.es>

Referencias:<49A13A85.3030504@um.es> <f503ae3710c8a.49a14b34@us.es>
<4AB9F1FD.7030108@um.es>

Hola Miguel

Perdona la mucha demora en responderte. He andado liado porque me he incorporado a la Agencia Andaluza de Calidad.

He leído el modelo simplificado de diseño de objetos (...). Creo que necesito un ejemplo más explícito que el de programación lineal para poder comprenderlo bien. Supongo que debe de haber una variable, no sé si en ambiente de aprendizaje o no, que diferencie entre modalidades de aprendizaje: autónomo, dirigido; presencial-blended, e-learning. En todo esto mi preocupación es cómo se encaja con las ideas y creencias de los usuarios: los docentes. Por otra parte no he visto referencias a literatura sobre Learning Design (hay una revista específicamente con ese nombre).

Un saludo

Carlos Marcelo

Universidad de Sevilla

<http://prometeo.us.es/idea>

ANEXO 2. Correspondencia con David Wiley

1. Sobre autoría y autenticidad del documento DISERTATION.PDF

Se trataba en este caso de confirmar la autenticidad del documento “disertation.pdf” sobre la tesis de Wiley y donde está desarrollada su teoría LODAS, que puede obtenerse a través de la Web³⁷.

----- Mensaje original -----

Asunto: Re: Sequencing of learning objects and generative learning objects
Fecha: Wed, 1 Oct 2008 10:48:58 -0600
De: David Wiley <david.wiley@gmail.com>
Para: Miguel Zapata Ros <mzapata@um.es>
Referencias: <4885118B.30707@um.es>

> 2008/7/21 Miguel Zapata Ros <mzapata@um.es>:
>
> I'm working on an investigation into sequencing of learning objects
> and generative learning objects (GLO)
>
> I have been working with his excellent material applied to establish
> sequences that include content learning objects generative (in
> collaboration with the CETL Cambridge University, Nottingham
> University and the Metropolitan University of London, from the
> University of Alcalá), taking the sequence as metadata. It is a very
> interesting work which I hope will shortly publish the results.
>
> I found the attached document which is attributed to you.
>
> I ask if this work is original yours?

Yes, this is my work.

> Are you the author?

Yes.

> It is full?

Yes, this is the complete version of the document.

> It is published somewhere else?

A very short version was published in The Instructional Use of Learning Objects. See <http://reusability.org/read/>

³⁷ <http://www.opencontent.org/docs/dissertation.pdf>

> It could authorize its translation into Spanish?

Actually you don't need to ask my permission. You see this document uses the Open Publication License(<http://www.opencontent.org/openpub/>) which already gives you permission to make a Spanish translation. If you decide to translate the document in Spanish, please let me know so that I can link to it.

Many thanks,

David

2. Sobre numeración de objetivos e interpretación de texto.

El siguiente mensaje³⁸ es respuesta a otro del autor de la tesis sobre una errata en numeración de objetivos y su incompreensión sobre el contenido y el enunciado de uno de ellos, el quinto.

--- Mensaje original ---

Asunto: Re: LODAS goals, four or five?
Fecha: Wed, 4 Feb 2009 14:09:11 -0700
De: David Wiley <david.wiley@gmail.com>
Para: Miguel Zapata Ros <mzapata@um.es>
Referencias: <4985C706.1070504@um.es>

Yes, it should say five goals. The final goal, as you say, is:

5. provide forward compatibility with expertise-based domain and learner modeling research.

This means that I want this approach to developing learning objects to be compatible with learner modeling research and domain theory research. In other words, I want these learning objects to be compatible with some of the other advanced instructional approaches being developed.

Does that make sense?

D

³⁸ Y cuya traducción puede ser:

"Sí, debería decir 5 objetivos. El objetivo final, como dices, es:

5. brindar más compatibilidad con el dominio basado en el conocimiento experto y la investigación sobre la modelización del alumno.

Esto quiere decir que quiero que esta metodología de desarrollar objetos de aprendizaje sea compatible con la investigación sobre la modelización del alumno y sobre la teoría de dominio. En otras palabras, quiero que estos objetos de aprendizaje sean compatibles con las otras metodologías instruccionales de avanzada que se están desarrollando.
¿Me explico?"